.06(49.3) 151
c.1

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

30/1921/collated OK

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TOME DIX-NEUVIÈME

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1886

21-85383 Aug 3

LES

EXCAVATIONS NATURELLES

DU COLORADO (1)

Les publications scientifiques patronnées ou encouragées depuis trente ans par le gouvernement des États-Unis d'Amérique forment une bibliothèque, et ont acquis une importance considérable. La plupart méritent l'attention des savants par l'abondance et la nouveauté des faits, par la précision des observations, autant que par une connaissance étendue de la littérature du sujet. On y doit reconnaître souvent des idées ingénieuses ou profondes ; il en est même qui brillent par l'éclat des images et du style. La part des Américains dans le progrès moderne des connaissances n'est pas indigne de leur grandeur industrielle et commerciale.

Le côté le plus intéressant peut-être de toutes ces recherches est l'étude du territoire même de la grande république, territoire immense, égalant les quatre cinquièmes de l'Europe (2), et dont la portion le plus récemment acquise,

(1) *Tertiary History of the Grand Cañon District*, with Atlas, by Clarence E. Dutton. Washington 1882.

(2) La superficie de l'Europe (jusqu'au Caucase et à l'Oural, y compris les îles) est de 9 900 000 kil. carr. d'après Klöden ; celle des États-Unis de 7 838 300 kil. carr.

celle qu'on nomme le *Far West*, qui s'étend des Montagnes Rocheuses à l'océan Pacifique et au plateau du Mexique, est loin encore d'être parfaitement connue. Dans l'exploration de cette vaste contrée de l'ouest, les Américains procèdent en peuple instruit autant qu'en peuple pratique. Ils mettent les sciences et leurs méthodes à contribution pour relever avec soin la structure des régions souvent désertes de leur domaine, pour en étudier le climat, les productions vivantes, la constitution géologique, et prévoir les ressources qu'elles peuvent offrir à de futurs habitants. Le charme ou la majesté des paysages n'est pas indifférente à ces hommes positifs. Le *Far West* est très supérieur sous ce rapport aux états voisins de l'Atlantique. Il comprend diverses régions au nombre des plus curieuses du globe par l'aspect, ou par les phénomènes qui s'y passent. Qui n'a entendu parler du *Parc national* de Yellowstone, avec ses lacs aux gracieux contours entourés de forêts de pins, avec ses gorges coupées de cataractes et souvent creusées entre des colonnades volcaniques rappelant la grotte de Fingal, avec ses innombrables sources thermales jaillissantes, dont les produits d'incrustation ne sont égalés nulle part sur la terre? Les explorateurs américains décrivent ces merveilles avec une complaisance d'artistes dans leurs documents officiels : aimant à se dire sans doute et à faire penser qu'ils n'ont rien à envier à l'Europe occidentale, si riche en beautés naturelles pourtant, si variée dans ses dimensions restreintes.

Chaque année, pendant la saison propre aux voyages, de savants explorateurs, tantôt travaillant chacun de son côté, tantôt groupés en caravanes, se répandent dans les portions les plus reculées du bassin du Missouri, ou dans les territoires compris entre la chaîne des Rocheuses et la côte de Californie. Parmi les territoires où l'on s'est porté avec le plus d'ardeur, il faut citer le Kansas, le Nebraska, le Dakota, le Wyoming, l'Idaho, le Montana, l'Utah, le Nevada, le Colorado, le Nouveau-Mexique, l'Arizona.

Des savants de grande réputation, MM. Wheeler, Clarence King, Hayden, Major Powell, ont dirigé ou dirigent encore les principales expéditions.

Il en est qui impliquent un personnel nombreux et un grand équipage ; car il ne faut pas perdre de vue qu'on atteint fréquemment des régions à peu près désertes ou très mal hantées, dont l'on ne possède que de mauvaises cartes, et où l'on est obligé d'emporter avec soi, à peu de choses près, tout ce qui est indispensable à la vie. C'est pourquoi, avec les instruments de physique et de géodésie, les savants explorateurs réunissent des objets de campement, des ustensiles de ménage, aussi bien que des carabines et des révolvers pour se défendre au besoin contre les pillards. La caravane emmène des conducteurs d'attelages, des servants, des cuisiniers, tout un attirail d'abris, de chariots, de chevaux et de mulets, en un mot tout ce qui est nécessaire pour faciliter les excursions et pour assurer la sécurité au milieu des fatigues et des hasards des grandes solitudes. On réunit d'ailleurs dans le comité voyageur es spécialités qui conviennent pour dresser un rapide inventaire des richesses du sol, pour saisir la configuration du pays et y relever les détails capables d'intéresser l'homme civilisé. Dans quelques-unes de ces caravanes, j'ai vu figurer plusieurs géologues, un minéralogiste, un physicien, un zoologue, un botaniste, un entomologiste, un ingénieur agricole, un géographe, un dessinateur, un photographe.

La moisson est toujours abondante et variée. Au retour, le comité publie des cartes géographiques rectifiées, de longues listes de plantes et d'animaux vivants ou fossiles avec reproduction des plus remarquables, des coupes nombreuses de terrains, des analyses de roches et du sol, des observations sur les phénomènes périodiques, des profils du pays, des photographies, des chromolithographies ou des aquarelles prises sur place et représentant les plus beaux paysages.

J'ai parcouru plusieurs fois les volumineux rapports auxquels ont donné lieu ces expéditions de découvertes : et j'ai pensé souvent qu'elles étaient bien faites pour tenter un naturaliste ; car il est difficile d'imaginer quelque chose de plus instructif et de plus séduisant pour un homme jeune, alerte, intrépide et possédé de l'amour de la science.

En songeant à l'immensité des territoires à explorer, on comprend que les savants d'Amérique s'y prennent à plusieurs reprises. Les premières explorations donnèrent lieu à des aperçus plus ou moins sommaires. Depuis 1879, le *Far West* est partagé en cinq grandes divisions, dans chacune desquelles est installé un comité géologique permanent qui ressortit au service géologique général des États-Unis. Grâce à cet état de choses, la littérature américaine s'enrichit chaque année de relations détaillées, de travaux précis, de recherches approfondies sur un point déterminé, de ce qu'ils nomment des *Monographies*, dont les volumes de *Reports* publiés par le directeur général renferment de longs extraits. Il a paru un bon nombre de monographies, de mémoires et d'atlas, généralement édités avec luxe, distribués à tous les corps savants du monde par l'office de la *Société Smithsonienne*, et concernant la géologie, la paléontologie, la topographie, la statistique, l'exploitation des mines. Je me contenterai de citer, comme exemples saillants de ces recherches américaines, les études mémorables de Marsh, de Cope et de Leidy sur les vertébrés fossiles des terrains crétacés et tertiaires de l'Ouest ; celles de G. K. Gilbert sur la structure des *Henry Mountains* et l'ancienne extension des lacs du Grand Bassin ; celles du Dr Irvîng sur les roches cuprifères du lac Supérieur ; de Becker et d'Emmons sur les mines d'argent du Comstock lode et d'autres districts métallifères ; celles de T. C. Chamberlin sur la répartition aux États-Unis des anciennes moraines de l'époque glaciaire ; celles de Peale sur les phénomènes geysériens du Parc national ; enfin les études du

capitaine Clarence Dutton sur les *grands cañons* du territoire d'Arizona.

C'est sur celles-ci que je me propose d'attirer l'attention dans le présent article.

I

Le mot cañon (prononcez *cagnione)* est un terme d'origine espagnole qui sert à désigner les vallées entaillées suivant des parois plus ou moins voisines de la verticale, ou tout au moins dont les pentes sont très raides. Les cañons sont chose assez fréquente en pays accidenté. Les gorges où coule la Meuse entre Charleville et Givet, à Waulsort, aux environs de Dinant, sont des cañons sur une petite échelle. Entre Bingen et Coblence, le Rhin coule dans un cañon creux de deux à trois cents mètres. Il en existe de plus remarquables en Europe, tels que les admirables défilés de l'Elbe dans la Suisse saxonne, les Causses du Quercy au sud de l'Auvergne, et surtout un bon nombre de hautes vallées des Alpes, où coulent le Rhône, la Durance, l'Isère, le Cerdon, l'Aar, la Reuss, les haut affluents de la Piave et de la Brenta, l'Inn, etc., etc. La péninsule espagnole possède des cañons d'une grande beauté. On en signale d'admirables dans toutes les parties du monde, et un grand connaisseur, M. Jules Leclercq, disait dernièrement que, dans ses nombreux voyages, il n'avait rien vu d'aussi magique que ceux du Yellowstone (1).

Mais les cañons qui ont la réputation de l'emporter sur tous leurs rivaux, depuis l'expédition célèbre du lieutenant Ives en 1857, sont ceux où s'engage le Colorado, vers la partie moyenne de son cours, dans le territoire d'Arizona, avant de tourner au sud pour se jeter dans le golfe de Californie. Actuellement, le bassin entier du Colorado appartient

(1) *Bulletin du Club Alpin*, n. 7, 1885.

au *Far West* des États-Unis, et surtout à la portion méridionale autrefois rattachée au Mexique. Ce pays, depuis une quinzaine d'années, a été l'objet d'expéditions prolongées et d'études approfondies. Grâce à ces efforts, nous possédons des renseignements exacts et détaillés sur ces fameux défilés du Colorado, que les naturalistes américains, dans leur enthousiasme, placent au-dessus de toutes les autres contrées du globe.

On sait que la moitié occidentale des États-Unis est traversée du nord au sud par deux systèmes principaux de montagnes : à l'orient, les Rocheuses, qui limitent le bassin du Mississipi ; à l'occident, la chaîne des Cascades et la Sierra Nevada avec leurs chaînons côtiers *(Coast Range)*, qui courent parallèlement au rivage de l'océan Pacifique depuis la Colombie anglaise jusqu'à la presqu'île de Californie. Le vaste espace de mille kilomètres environ de largeur qui sépare ces deux systèmes est formé généralement de hautes terres, d'un niveau moyen qui oscille entre 500 et 3000 mètres, et qui par sa masse constitue l'ossature principale de l'Amérique du Nord.

Là se rencontrent tour à tour des groupes montagneux parmi lesquels le Wasatch et l'Uinta, ayant une grande altitude ; des régions plus aplaties ou des séries de dépressions dont les eaux n'ont pas d'écoulement vers l'Océan, c'est le cas du lac Salé et du Grand Bassin dont il fait partie; enfin, des plateaux formés de terrasses épaisses, à parois abruptes, étagées comme des marches d'escalier les unes au-dessus des autres, et terminées au sommet par de vastes plates-formes presque horizontales. Ce dernier type (à terrasses) est représenté surtout dans la contrée qui s'étend au sud du Grand Bassin, et qui, par l'intermédiaire du Colorado et de ses tributaires, déverse le trop plein de ses eaux jusqu'à l'océan Pacifique.

Les géologues du service américain ont désigné sous le nom de *Province du Plateau* ou *Plateau de Colorado* cette région à grandes terrasses sillonnée par le Colorado, et

dont les prolongements vers le sud s'unissent aux grands plateaux du Mexique. L'élévation du sol, quoique toujours très considérable relativement à la mer, y est pourtant fort inégale. Les hautes plates-formes du plateau atteignent 11 000p (3600 mètres) d'altitude ; la surface des gradins inférieurs s'abaisse à 5000p (1600 à 1700 mètres). Le pays est presque toujours d'une aridité déplorable. Des orages accidentels et quelques pluies d'hiver n'empêchent pas la sécheresse habituelle de l'atmosphère de convertir en désert une bonne partie de la contrée. Elle est cependant traversée par le Colorado et ses affluents; mais (et c'est là le fait le plus caractéristique de la région qui nous occupe) ces rivières y coulent à peu près toujours au fond de cañons d'une profondeur vertigineuse, à parois verticales, et les eaux courantes ensevelies dans ces abîmes sont dépourvues de toute action fertilisante sur le sol desséché des terrasses voisines. Ces phénomènes singuliers se retrouvent en diverses régions de l'Ouest, comme le Nouveau-Mexique et comme les plateaux arides du Texas.

D'après les renseignements, la plupart du temps on ne se douterait pas, en s'aventurant sur ces terres dénudées, qu'un fleuve de long cours s'épanche à petite distance. Tout à coup le voyageur est arrêté dans sa marche par un précipice de 4 à 5 cents mètres de profondeur qui s'entr'ouvre subitement sous ses pieds. Le bord où il est arrêté descend avec la raideur d'un mur. Vis-à-vis de lui, à quelques cents mètres de distance, un deuxième mur semblable se dresse du fond de l'abîme et s'élève sensiblement à la hauteur du premier. Au delà, la plaine ou le plateau reprennent au même niveau et avec le même aspect qu'auparavant. Au fond et au pied des deux escarpements, coule une rivière, écumant le plus souvent sur des rapides ; et c'est à peine si l'on perçoit du sommet le bruissement de ses eaux dans le silence universel. On peut longer pendant plusieurs jours le bord de ces précipices et chercher en vain des talus praticables qui permettent de descendre jusqu'au

fleuve et, après l'avoir traversé, de remonter au bord opposé. Dans les districts où il y a disette de renseignements géographiques, si l'on poursuit la lisière d'un cañon dans l'espoir de découvrir un lieu de descente abordable, on s'expose à la malchance de trouver son chemin coupé par un deuxième cañon s'embouchant à l'autre. Force est alors de longer le tributaire comme on a longé l'artère principale ; et cela peut se renouveler plusieurs fois. On est contraint ainsi de dévier de plus en plus de la direction qu'on avait projeté de suivre : chose grave dans des pays sans habitants, sans ressources, où l'eau potable est excessivement rare, et qui est bien faite pour inspirer le dernier degré d'agacement; car, dans ces détours forcés le long des fleuves encaissés d'Amérique, souvent le grand supplice est la soif, et l'on a constamment sous les yeux une eau saine et abondante, mais inaccessible.

Cette sécheresse désolante de certains plateaux entaillés de cañons profonds règne sur une grande partie des États et territoires du Colorado, du Nouveau-Mexique, de l'Arizona, et particulièrement sur les régions de moyenne altitude ; car, dès que le sol dépasse la hauteur de 8000 pieds (2600 mètres), il atteint la région des vents humides. Il se couvre alors de prairies et de forêts, parfois même de neige pendant l'hiver. Il se produit ainsi une singulière anomalie. Tandis que les plaines, les gradins latéraux ou les versants des plateaux et des buttes isolées sont d'une aridité saharienne, leurs sommets, quand ils portent assez haut dans l'atmosphère, s'enveloppent d'une couronne de verdure.

La structure générale et l'histoire physique du plateau du Colorado avec ses terrasses caractéristiques est assez simple. Le pays est constitué par une série d'assises appartenant aux terrains primaires, secondaires et tertiaires. Ces couches de sédiments, déposées l'une après l'autre dans les mers ou dans les grands lacs des âges écoulés, sont restées sensiblement horizontales. Mais elles ont été

portées successivement à divers niveaux très supérieurs à celui de leur plan originaire, par le fait des soulèvements relatifs de l'écorce terrestre qui ont formé l'axe principal du continent américain. Retirées du sein des mers depuis un temps très reculé, ces couches émergées ont été de siècle en siècle en butte aux attaques des agents atmosphériques et des eaux courantes. Le ciel habituellement serein qui les couvre aujourd'hui est un phénomène de date géologique récente. Avant les dernières révolutions météorologiques, elles ont subi l'influence d'un régime excessivement humide, éminemment pluvial, qui centuplait l'action destructive des eaux et leur pouvoir de transport.

Les diverses assises se sont ainsi désagrégées et démolies peu à peu le long des nombreux et puissants cours d'eaux des temps miocènes, pliocènes et quaternaires, les unes plus vite, les autres plus lentement, d'après les circonstances. Quant aux déblais provenant de ce travail continu d'excavation, réduits à l'état de sable ou de limon, ils ont été charriés, éparpillés dans les plaines basses du Colorado près de son embouchure, et surtout dans le fond des mers voisines. De ces phénomènes de creusement résultent ces terrasses étagées de l'Utah, du Colorado et de l'Arizona, rappelant des escaliers, dont chaque marche atteint parfois plusieurs centaines de mètres de hauteur, et dont la largeur ou la plate-forme dépasse plusieurs kilomètres. L'escarpement qui termine chacune de ces terrasses représente, en ce qui la concerne, la limite atteinte par la démolition ou, comme disent les géologues, par la *dénudation*.

Pour se rendre compte de l'immensité de ce travail de dénudation dans le bassin du Colorado, il suffit de réunir par la pensée les gradins de même âge géologique qui circonscrivent à la manière de remparts les plateaux et les buttes isolées demeurées comme témoins. L'espace vide qui les sépare fut rempli autrefois, et il représente les terrains

disparus. Les savants américains insistent sur la parfaite rigueur de cette conclusion. Ils font voir, par un examen détaillé, que la constance dans l'épaisseur, comme aussi dans le mode de stratification et la composition lithologique propres à chaque assise actuellement coupée en terrasses, implique l'union des tronçons de ces assises à une époque antérieure et leur continuité à l'origine dans un même bassin de sédimentation.

La conséquence étant admise, on peut en comblant les vides restituer par l'imagination la configuration antérieure du plateau et évaluer approximativement le volume des roches démolies et emportées. Clarence Dutton, qui s'est livré à des calculs de ce genre pour certains districts qui s'y prêtaient spécialement, déclare que l'on ne peut attribuer moins de 2000 mètres d'épaisseur en moyenne à l'empilement des roches enlevées sur toute la surface du plateau, c'est-à-dire sur une superficie de plus de 100 000 kilomètres carrés ! Un volume approximatif de 200 000 kilomètres cubes de roches aurait donc disparu dans cette région. Cette démolition formidable se serait accomplie durant l'intervalle de temps qui nous sépare de l'éocène moyen ou supérieur.

En résumé, des plaines sous-marines soulevées par la poussée des forces internes du globe, portées à des hauteurs plus ou moins considérables, et sculptées de toutes les manières durant de longs âges par les agents atmosphériques et les eaux courantes, telle est, en deux mots, l'histoire du grand plateau du Colorado.

La destruction, tantôt très lente et tantôt rapide, des roches stratifiées et autres par les phénomènes mécaniques ou chimiques qui ont leur siège dans l'atmosphère et les eaux, est une donnée fondamentale de la géologie dont la surface du globe porte en tous lieux la trace, et sur laquelle je n'ai pas à insister. Mais ce qu'il convient d'indiquer c'est que cette destruction a donné aux diverses régions de la province du Plateau, et particulièrement au

district du Grand Cañon, un aspect des plus curieux, peut-être unique au monde.

Remarquons d'abord que le mode d'altération et de destruction des couches du sol est nécessairement en rapport avec leur nature minéralogique et leur structure. Il est aisé de s'en convaincre en observant les escarpements rocheux exposés à l'air. La forme générale des rochers comme celle de leurs détails, la disposition des reliefs, des cassures et des autres plans de division qu'ils présentent, la physionomie des portions corrodées, les couleurs, l'aspect des talus d'éboulement, toutes ces circonstances sont souvent très caractérisques. Elles peuvent jouer un rôle considérable dans un paysage et lui fournir les traits les plus marquants. La diversité des systèmes de couches qui composent l'ossature d'une contrée éclate ainsi souvent et à peu de distance d'une manière frappante. Sans s'écarter du pays que nous habitons, on peut en contempler des exemples parlants dans les escarpements de la vallée de la Meuse. Les calcaires carbonifères exploités comme pierres de taille qui flanquent la rive droite de la Meuse de Samson à Sclayn, avec leurs bancs nets, réguliers, horizontaux ou faiblement ondulés, font songer par leurs corniches continues, leurs frises, les pilastres qui les découpent quelquefois, aux monuments des peuples classiques de l'antiquité. Tandis que les admirables dolomies de Marche-les-Dames qui s'élèvent sur la rive opposée, rappellent l'architecture gothique, avec leurs obélisques pointus, leurs dentelures, leurs cavités parfois ogivales, et les riches ciselures dont elles sont fouillées presque partout. Les pentes formées de psammites dévoniens ou de certains schistes quartzeux du terrain houiller ressemblent parfois étonnamment à des parapets flanqués de vieilles tours, et j'en connais où des archéologues avaient cru voir d'anciennes maçonneries. Les grès calcareux du lias ou du trias séparés par des lits marneux font souvent l'effet de remparts étagés, sur beaucoup de coteaux du Luxembourg.

L'homme le moins prévenu ne peut s'empêcher d'être frappé du cachet monumental, dans le sens strict du terme, que présentent les défilés de l'Elbe à son entrée en Saxe. Quand les assises du globe sont mises à jour sur une étendue suffisante par des tranchées naturelles, il y faut reconnaître généralement un certain style. Il est des circonstances où les architectes doivent tenir compte, pour l'effet général, de ce style naturel des rochers. L'on pourrait citer, dans la province de Namur, tel château récemment reconstruit à grands frais, et dont les vérandas, les tourelles et les clochers élégants, mais de proportions mesquines, jurent avec les grandes lignes du piédestal calcaire sur lequel ils sont bâtis.

Mais l'active végétation de nos climats ne laisse guère entrevoir les rochers que par échappées. Il n'en est pas de même dans les contrées fortement sculptées et accidentées pendant les périodes antérieures, et qui de nos jours sont soumises à un ciel trop sec sous lequel les plantes expirent. A la condition de n'y point périr soi-même de soif et de faim, de tels pays, où l'anatomie du sol est partout mise à nu, deviennent le paradis des géologues, en même temps qu'ils sont le siège des plus beaux monuments de l'architecture naturelle. Telles sont, dans le bassin du Mississipi, les régions du Dakota et du Kansas, déjà connues des Français du XVIIIe siècle, qui les avaient nommées *mauvaises terres (bad lands)*, parce qu'elles sont impropres à la culture. Dans ces provinces arides, les strates de calcaire crayeux, très inégalement résistantes, qui couronnent la division inférieure du système crétacé, ont été taillées ou découpées en ravins, en buttes pyramidales ou turriformes, en corniches, en escarpements, de la façon la plus bizarre. Vue de loin, la plaine paraît semée de villes ou de villages ruinés : on croirait y apercevoir des clochers, des minarets, des tours, des fortifications. Les paléontologistes américains ont beaucoup pratiqué ces fausses ruines, parce que le vieux fond de la mer crétacée

s'y montre extraordinairement riche en débris organiques. On y a découvert d'inappréciables trésors; notamment en ce qui concerne les grands reptiles de l'ère secondaire.

Le district du Grand Cañon et le plateau qui l'entoure présentent les mêmes phénomènes que le Kansas et le Dakota, mais sur une échelle colossale. Dans les contrées désertes du bassin du Mississipi, les escarpements et les talus en voie de démolition ont des proportions qui rappellent celles des grandes constructions humaines ; tandis que les sillons et les entailles où roulent le Colorado et ses affluents plongent à 1000 et 1500 mètres au-dessous du niveau moyen du pays, et que les plates-formes des plateaux voisins montent encore à 600 ou 800 mètres au-dessus ! Il n'existe plus dans cette région que fort peu de rivières permanentes. Nommons le Green River, le San Juan, le Paria, le petit Colorado, le Virgin. Il n'en était pas de même autrefois. La contrée alors était drainée par un système très complexe d'artères actuellement taries. Ces artères ne sont plus représentées que par les gorges profondes qu'elles ont creusées jadis, et où l'on trouve çà et là quelques mares temporaires après les orages. Certains districts sont ainsi découpés par un véritable labyrinthe de cañons s'embranchant l'un à l'autre, et qui malgré leur énorme profondeur offrent dans leur trajet toutes les sinuosités, tous les caprices des eaux circulant dans les plaines. De là, des rencontres imprévues, des perspectives multiples, une variété merveilleuse entre tous ces fiers accidents de terrains. C'est surtout dans le district du Grand Cañon que toutes ces circonstances s'accumulent, à droite comme à gauche du Colorado.

Il est clair qu'une région continentale à peu près dépourvue de végétation, et dont la contexture est à ce point dévoilée par des coupures en tous sens, se prête merveilleusement à la constatation des faits géologiques. Les savants du comité remarquent que nulle part ailleurs certaines données stratigraphiques, telles que les dénivellations dans

les grandes failles, telles que les rapports des roches volcaniques aux sédimentaires, ne sont aussi clairement exprimées. Mais, sans m'occuper de ces détails purement géologiques, je me bornerai à considérer ici le cachet artistique des excavations en question, et à donner une idée de leur mode d'origine.

Avant les derniers renseignements, je croyais, avec beaucoup d'autres, que le Grand Cañon n'était qu'une fissure d'une profondeur effroyable, à parois rapprochées, et au fond de laquelle s'épanchaient les eaux d'un fleuve à peine visible du haut de ses escarpements latéraux. Les premiers comptes rendus trop sommaires et les dessins d'Egloffstein qui accompagnent l'ancien rapport du lieutenant Ives, dessins souvent reproduits dans les livres de géologie et les journaux de voyages, donnaient cette idée insuffisante. Mais le mérite artistique de la région qui nous occupe est bien supérieur à cette conception étriquée. Les abîmes du Colorado ont une largeur proportionnée à l'ampleur de leur relief, de telle sorte que des flots de lumière y peuvent pénétrer et répandre partout leur magie. D'un bout à l'autre du Grand Cañon, qui a 350 kilomètres de longueur, et particulièrement dans la section nommée Kaibab, laquelle est la plus étonnante, les bords du grand sillon sont sculptés en promontoires, en amphithéâtres, en masses pyramidales, par tout un lacis de vallées tortueuses, inégales en profondeur et qui viennent y déboucher à des hauteurs très différentes. Les plates-formes aboutissant directement au bord du Cañon supportent elles-mêmes, à une distance de plusieurs kilomètres, des terrasses également découpées en palais et en pyramides semblables, et dont les cimes s'élancent jusque dans la région des nuages. Ces accidents se développent ainsi sur une très large zone, à droite et à gauche de l'artère principale du Colorado.

Les phénomènes de corrosion et de démolition se sont produits d'ailleurs d'une manière très inégale. Parfois

toutes les couches supérieures et même les assises moyennes et inférieures ont été emportées ; d'autres fois elles ont été plus ou moins respectées. On voit donc surgir des plateaux et des buttes de toutes formes et grandeurs, tantôt isolés, tantôt plus ou moins rattachés entre eux par des pédoncules de collines, qui, vus de loin, ressemblent à des portiques ou à des péristyles reliant quelque palais. L'œil, planant au-dessus des masses les plus basses, va atteindre les façades ou les profils des tertres les plus élevés à d'immenses distances. Il est tel point dominant signalé par les explorateurs d'où la vue embrasse, dans un rayon de 40 kilomètres, un ensemble inimaginable d'édifices naturels, dont on perçoit les assises superposées, et qui réalisent toutes les formes, massives ou élancées. On a l'impression d'une ville colossale remplie de palais bâtis par les géants.

Les cartes à grande échelle du plateau de Kaibab, dressées sous la direction de M. Bodfisch, rendent avec la précision géodésique la topographie de cette région tourmentée du Grand Cañon. Elles forment les planches XI, XII, XIII et XIV de l'atlas qui accompagne la monographie du capitaine Clarence Dutton. C'est un levé des plus remarquables. On est surpris de voir un travail topographique aussi achevé consacré à un pays perdu au milieu des déserts de l'Amérique, écarté de toutes les grandes lignes de chemin de fer, et à peine entrevu il y a peu d'années. Les auteurs ont levé ces cartes à l'échelle de 1/65 000 environ, et le relief y est exprimé par des courbes de niveau équidistantes de 200 pieds anglais. L'établissement de ces couches de niveau a dû exiger des peines infinies; car le terrain à retracer est haché en quelque sorte de tranchées infranchissables, au milieu desquelles on peut chercher longtemps et en vain l'accès des plateaux et des gradins supérieurs. C'est dans son genre un tour de force qui témoigne de l'énergie et de la persévérance des officiers qui l'ont mené à bien.

II

J'ai fait remarquer déjà que l'aspect qu'adoptent les roches longtemps soumises aux dégradations atmosphériques est l'expression de leur structure et de leur nature intime, et qu'il en peut résulter des contrastes d'architecture frappants entre les parois rocheuses formées de couches différentes. Les contrastes de ce genre entrent comme un élément essentiel dans la physionomie des paysages du Grand Cañon, car les alternances y sont continuelles entre des systèmes de couches qui diffèrent par le grain, le mode de démolition ou les couleurs. En tenant compte de la profondeur énorme des tranchées qui, dans le grand plateau, découvrent d'un seul coup les correspondants de trois ou quatre âges géologiques consécutifs, et en se rappelant que la végétation très clairsemée n'y cache presque jamais l'aspect du sol sous un manteau de verdure, on concevra que la contrée sillonnée par le Colorado est un théâtre sans égal pour contempler ce que j'appellerai l'esthétique des empilements de l'écorce terrestre. Toutes les couches y sont demeurées sensiblement horizontales. Les mêmes types et les mêmes dessins se retrouvent donc systématiquement à une hauteur constante sur des distances où le regard se perd. Des bancs découpés par des fissures prismatiques et formant des palissades de colonnes alternent avec d'autres bancs taillés en grands panneaux ou ciselés d'arabesques. Des terrasses et des zones de styles différents se superposent ainsi l'une à l'autre : les roches les plus cohérentes étant dressées en murs verticaux, tandis que les roches moins solides ou inégalement attaquables s'épanchent en longs talus d'éboulement à pentes réglées. La superposition de ces systèmes de couches offre aux regards d'immenses cordons de pierre portant chacun son ornementation et sa coupe propre, et

rattachés entre eux par des éboulis à surface hyperbolique ou conique. Cette distribution régulière des matériaux développe nécessairement des profils constants sur le pourtour des reliefs jusqu'aux limites de l'horizon, et il faut convenir qu'elle peut réaliser aux yeux des spectateurs une ordonnance architecturale des plus grandioses.

Donnons une idée sommaire des matériaux que la nature a mis à profit pour son œuvre. En haut, c'est le système crétacé, coupé en talus raides, et où dominent les nuances du jaune nankin avec des stries d'un rouge brunâtre ou de bleu d'ardoise. Immédiatement en dessous apparaît le terrain jurassique, composé presque uniquement ici d'une masse homogène de grès blanc, à texture saccharoïde, et qui se dresse comme un mur d'albâtre ayant en un seul tenant de 800 à 1000 pieds d'élévation. Le phénomène de sédimentation désigné sous le nom de stratification croisée y détermine des arabesques innombrables qui tempèrent l'austère simplicité de l'ensemble. Cette majestueuse assise repose sur les couches tour à tour marneuses, gréseuses et calcaires, des périodes triasiques et permiennes. L'hétérogénéité lithologique des matériaux se reconnait à la diversité périodique des dômes, des colonnades, des bastions, des contreforts, des tertres bizarres, parfois grotesques, qui signalent leur présence. Les émanations métalliques, partout abondantes durant cette phase de l'histoire du globe, y ont prodigué les plus riches couleurs. Le rouge brique, le vermillon, le brun d'acajou s'y entremêlent à toutes les nuances du vert. Au nord du Colorado et dans le bassin du Virgin, des séries de coupoles, d'obélisques et de dentelures, ayant de 500 à 1000 pieds d'élévation, sont découpées dans l'albâtre des falaises jurassiques, et reposent sur des portiques et des péristyles de couleur vermillon ou rouge brique, formés par les gradins du trias. C'est d'une splendeur inouïe, et, d'après Dutton, il n'est pas de temples faits de main d'homme qui puissent supporter le parallèle au point de vue panoramique.

Les assises bariolées et fouillées du permien servent de couronnement à la série carbonifère très puissante qu'on embrasse d'un regard, de la base au faîte, dans toute l'étendue du Grand Cañon. Elle comporte d'abord au sommet 5 à 6 cents pieds de strates calcaires d'un gris pâle moucheté de jaunâtre; puis 400 pieds de grès d'un jaune orangé ; ensuite les grès inférieurs d'Aubrey qui, sur mille pieds de puissance, étalent leurs longs cordons de pierre rouge séparés par des talus d'un gris brunâtre. Suit l'énorme assise dite du *red wall* de près de 2000 pieds d'épaisseur, et dont les tons rouges et violacés sont, disent les témoins, d'un effet indescriptible. Elle est constituée surtout de calcaires qui diffèrent par la cohésion, l'agencement des particules, le mélange à des matières argileuses, gypseuses et quartzeuses. Ils se prêtent, d'après leur nature, à des formes d'altérations multiples et d'un pittoresque admirable. Ils imitent des pinacles, des faisceaux de colonnes, des clochetons, des arcades. La subdivision la plus étonnante de ces parois coupées à pic dans le *red wall*, représente une façade continue de 900 pieds d'élévation, où sont creusées de distance en distance des niches colossales. Chacune de ces niches, par les voussures concentriques et en retrait qui en occupent invariablement la partie centrale, par les soubassements, les colonnettes et l'espèce d'entablement qui en flanquent les côtés, rappelle un portail romano-bysantin ou gothique. Les analogies de style sont accentuées à tel point que, si des accidents pareils se fussent rencontrés au moyen âge, sur le sol de la France, les critiques d'art n'hésiteraient pas à y rapporter la conception première des façades de nos grandes cathédrales. A mon avis, il suffit d'un coup d'œil sur les illustrations émanées du comité américain pour justifier cette opinion. Mais quelle grandeur dans ces portiques du Colorado ! La hauteur moyenne de certaine niche est de 600 pieds anglais: on y pourrait donc installer à l'aise les flèches de Strasbourg ou de Cologne. Et pourtant le *red wall* ne forme qu'un

étage ! En face de ces œuvres, disent les savants du *Geological Survey*, l'homme éprouve les sentiments qu'éprouverait Gulliver en visitant la capitale de Brobdingnag devenue déserte.

Qu'on se figure les assises que je viens d'indiquer dans cette esquisse découpées en terrasses, creusées en alcoves et en amphithéâtres, tour à tour hérissées de redans ou enceintes de tours et de colonnes, ou couronnées de coupoles, ou taillées en buttes détachées, jetées en avant de massifs plus compactes, et l'on se fera une idée de l'aspect physique offert par le district du Grand Cañon. Les Américains prétendent, non sans raison, retrouver là certains linéaments de toutes les grandes architectures. Ils y ont entrevu des temples grecs ou gothiques, des cathédrales de Milan, des mosquées arabes, des monuments sacrés de l'Inde, des palais et des citadelles, des monuments babyloniens.

N'exagérons rien cependant. D'après les témoins mêmes qui les proposent, tous ces rapprochements ne doivent pas être acceptés au pied de la lettre. Ils peuvent être frappants, comme par exemple dans la masse pyramidale qualifiée de *Temple de Vischnou* : celle-là est bien indienne dans son ensemble. Mais ce sont là des cas très rares. D'abord tous ces édifices taillés par les agents physiques sont des ruines : de plus, exceptions mises à part, ce sont des ébauches. Chacun d'eux ne possède pas dans son tout, la netteté, la symétrie de contours, en un mot l'*individualisation* qui sont propres aux œuvres humaines. Dans le plan horizontal les monuments du Colorado gardent un vague de contours, un capricieux, qui échappent à toute comparaison avec une œuvre préméditée. L'impression n'est plus la même quand on les envisage dans le sens vertical. La vue des mêmes enfilades de couches à caractères constants et régulièrement superposées, celle de leurs profils à lignes géométriques souvent reliées avec une incontestable élégance, et qui conservent invariablement le même cachet pour les groupes d'assises identiques, donnent l'illusion d'une

conception de l'art. Tout cela d'ailleurs possède, paraît-il, une harmonie, une grâce qui s'allient à la grandeur et à la majesté, et qu'on ne se lasse pas d'admirer quand on est apte à les sentir.

Mais, pour être à même d'apprécier ce genre de beautés, l'explorateur doit subir un apprentissage. Il ne lui suffit pas d'être familiarisé avec les productions les plus vantées de l'art humain, ou d'avoir dégusté les paysages des Alpes et de l'Italie, car il se trouve en présence de choses entièrement nouvelles, et les éléments de comparaison font défaut.

D'après les géologues d'Amérique, toute personne qui aborde pour la première fois à la crête des tranchées du Grand Cañon, éprouve un désappointement. Il ne connaît les gorges du Colorado que de réputation. Il arrive avec l'idée préconçue que l'objet à voir l'emporte en grandeur et en richesse de formes sur tous les monuments des hommes et de la nature. Eh bien ! là, plus encore qu'à l'église de Saint-Pierre à Rome, une déception l'attend au premier coup d'œil. L'étrangeté du Grand Cañon et de ses entours l'étourdit plutôt qu'elle ne le charme, et il n'aperçoit pas même, au commencement, les dimensions colossales auxquelles il s'attendait. Il faut un étalon pour mesurer les grandeurs, et, dans le cas présent, cet étalon manque toujours au début. C'est à l'observateur à saisir de lui-même cette mesure nécessaire. Qu'il jette les yeux autour de lui. Ces murs cyclopéens formés de dalles gigantesques qui couronnent la crête où il est assis, ils répondent identiquement à ces minces cordons de pierres qui font l'effet de cymaises délicates au bord opposé du cañon. Cette eau qui tremblotte en blanchissant çà et là au fond de l'abîme, elle ressemble à l'un de ces ruisseaux qu'on barre dans les villages pour mettre en mouvement une paire de meules de moulin ; c'est en réalité un fleuve de 150 mètres environ de largeur, c'est-à-dire, égal en volume à notre Meuse, et qui bondit en écumant sur des rapides ou en ca-

taractes. Ces petites taches vertes disséminées sur les gradins des falaises du cañon, on les prendrait pour des touffes de mousses ou de bruyères ; ce sont des pins qui ont l'élévation de nos grands arbres de futaie. C'est seulement quand l'imagination s'est ainsi acclimatée aux proportions véritables par un examen comparatif, que les réalités lui apparaissent dans leur écrasante immensité.

Cela fait, il reste encore à admirer les formes et l'ensemble de tous ces colosses. C'est plus difficile. Le noviciat imposé à quiconque tient à se rendre compte simplement de la grandeur des lignes du Grand Cañon est plus indispensable encore et autrement long quand il s'agit d'en comprendre les beautés et les splendeurs. Il est curieux ici de connaître l'appréciation des témoins qui ont passé dans le pays des saisons entières, qui en ont étudié les aspects pendant les nuits étoilées comme à toutes les heures du jour, par des temps de soleil et par des tempêtes, et qui ont pu contrôler mutuellement leurs impressions. Cl. Dutton nous déclare que dans les premiers temps on est plutôt choqué que satisfait par la vue des sites du Grand Cañon. On commence invariablement par y chercher, et à peu près toujours en vain, des formes analogues à celles qu'on est convenu de qualifier de nobles et de belles. Au lieu de celles-là, on ne manque pas d'en rencontrer de bizarres et de baroques. Le grand jour d'un ciel clair tombant sur ces roches nues en fait jaillir en quelque sorte des tons crus, des couleurs éclatantes, dont les contrastes sont rudes et fatigants à l'œil qui n'y est pas fait. Mais, un jour après l'autre, il s'opère comme une éducation de la vue et un travail corrélatif de l'imagination. Les impressions premières se modifient et se transforment. Le charme naît insensiblement au fond de l'âme du spectateur. Un moment vient où il sent que ce qu'il avait jugé rude, sauvage ou trivial, révèle un sens poétique, prend de la grâce et de la majesté. En laissant errer le regard dans les avenues entrecroisées du cañon, il ne reconnaît plus les couleurs criardes qui l'avaient offensé

au premier aspect ; il y distingue des tons fins, tendres, nuancés, dont les effets dans la perspective aérienne ne sont surpassés nulle part. Il se dit bientôt qu'il est en face d'horizons incomparables.

Après que l'on a commencé de savourer ce pays extraordinaire, il s'embellit sans cesse, pendant des semaines, pendant des mois d'une contemplation journalière. D'après ceux qui en ont essayé, il finirait par exercer une attraction qui va jusqu'au ravissement. Des hommes positifs, des savants, qui ont visité ces mêmes défilés du Yellowstone que M. Leclercq met au-dessus de tous les passages des Pyrénées, vous disent textuellement dans leur rapport officiel : « Tout explorateur qui a longtemps et attentivement étudié le Grand Cañon, *n'hésite pas un instant* à prononcer qu'il offre le plus sublime des spectacles terrestres. »

Cl. Dutton donne une explication simple et vraie de cette transformation curieuse que les excavations du Colorado produisent après quelque temps dans l'âme du visiteur. Voici en résumé cette explication.

Avant d'approcher d'un objet réputé d'avance grand et magnifique, l'homme s'en forge une image dont les traits sont empruntés aux impressions qu'il a déjà ressenties. Si l'objet est en dehors de tous les souvenirs par sa grandeur et sa magnificence, les créations préconçues s'évanouissent en sa présence. Le premier choc de la réalité, déroutant l'imagination, y fait le vide. Dans cette disposition, l'homme est fort exposé à méconnaître et à dédaigner avec une égale facilité ce qui est mesquin et ce qui dépasse son expérience. Il oublie alors qu'il est victime de son ignorance, que, dans sa capacité toujours bornée, il a besoin du temps et de l'effort pour saisir les beautés de l'ordre supérieur, comme pour goûter la splendeur des grandes vérités : les plus hautes jouissances de l'esprit étant toujours le fruit du travail.

C'est ainsi que, face à face avec les défilés célèbres du Colorado, le voyageur est tenu de renouveler graduellement son

imagination par le spectacle même qu'il a sous les yeux, et ce n'est pas l'œuvre d'un instant. Quand il a reçu cet enseignement nécessaire et qu'il s'est mis à l'unisson des choses, il en est infailliblement subjugué, et son admiration grandit jusqu'à l'enthousiasme. De tel endroit, par exemple de celui que les rapporteurs ont nommé le *Point sublime* et d'où l'on peut contempler autour de soi, comme d'un belvédère central, la majeure partie des défilés de la Kaibab, le voyageur exercé contemple, d'après les témoins, un spectacle unique.

Ce n'est pas dans le plein du jour, quand l'ombre est distribuée avec parcimonie, que l'on embrasse le mieux cette assemblée de palais : c'est surtout l'après-midi, un peu avant le déclin du soleil, que la scène atteint le plus haut degré de splendeur. Tandis que certaines couleurs paraissent alors plus vives, d'autres se fondent dans les demi-teintes. L'obliquité des rayons solaires projette dans tout le tableau la plus heureuse distribution de dorures et de couleurs, d'ombres et de clairs-obscurs. Le vaporeux des lointains se marie au vaporeux des grandes profondeurs. Les promontoires ressortent, les amphithéâtres reculent, les pyramides et les obélisques de marbre se détachent, le profil des monuments s'accentue, tout s'agrandit, et cette perception plus vive des vrais rapports de distance et du relief se produit sans heurt et sans dissonance, grâce à je ne sais quelle harmonie ineffable qui règne sur tout l'ensemble. L'on est profondément ému, et l'on se dit que le soleil n'éclaire rien de plus magnifique sur notre terre.

Dans les pages qui précèdent, je n'ai guère fait que résumer fidèlement l'impression des contemplateurs de ces ruines plus merveilleuses que celles de Thèbes et d'Ankor. Plus d'une fois j'ai emprunté leurs expressions. La réalité est-elle à la hauteur de leur enthousiasme ? J'ai beaucoup considéré les belles planches chromolithographiées que le gouvernement des États-Unis a fait exécuter d'après les dessins originaux des artistes qui ont visité le pays du

Colorado. Ces planches représentent avec un grand mérite artistique certains sites des plus caractéristiques, comme les défilés de Toreweap et le panorama complet qu'on aperçoit du Point sublime.

Je pense qu'en les regardant attentivement on ne saurait méconnaître dans le district du Grand Cañon des aspects d'une grandeur prodigieuse et d'une originalité profonde. J'admets sans hésiter que l'atmosphère qui les baigne en adoucit la raideur et l'âpreté. Mais je n'en ressens pas la séduction et la beauté comme mes confrères d'Amérique.

Je sais bien que je suis éminemment récusable. Je n'ai pas vu le Colorado et ne le verrai jamais. Quelque parfaits que soient les dessins qui le reproduisent, ils sont sans doute à une distance incommensurable de la réalité, et ils ne feront pas l'éducation de mon imagination comme le demande très justement Cl. Dutton. Mais, sans manquer à la modestie qui sied à mon incompétence, je me demande toujours si ces aspects dénudés, où triomphent à peu près exclusivement la nature inorganique et les jeux de lumière, où l'œil rencontre de toutes parts des lignes géométriques, peuvent égaler pour l'attrait et la grâce les paysages animés par la vie, où concourent, avec les formes interrompues des rochers, le charme de la verdure et des bois, la réverbération cristalline des lacs, ou bien l'agitation des flots battant les falaises du rivage. Que les Américains veuillent bien excuser un doute blasphématoire ! Les vues du plateau déchiqueté de l'Arizona font songer un peu aux paysages dépouillés que le télescope laisse soupçonner à la surface de la lune. C'est très extraordinaire : mais en général on préfère la terre.

Parmi les lecteurs de la *Revue*, il en est qui, plus jeunes et plus heureux que l'auteur de cet article, pénétreront un jour jusqu'à cette contrée fameuse du Colorado. A eux alors de se prononcer sur elle en connaissance de cause. Quand les Américains l'auront reliée à leur réseau de voies ferrées et qu'elle sera entrée dans le do-

maine des touristes éclairés de toute nation, elle occupera son rang parmi les merveilles du monde, entre lesquelles elle est destinée à figurer. Il en sera du Colorado comme de ces productions d'un génie supérieur qui ouvrent des voies nouvelles et qui ne manquent pas d'embarrasser les contemporains. Mais la critique et le temps, exerçant sur les chefs-d'œuvre leur action infaillible, y font tôt ou tard, sans dénigrement comme sans vaine complaisance, la part du sublime et la part des défectuosités.

III

L'élucidation des causes physiques auxquelles il faut rapporter les grands traits du bassin du Colorado est un problème de géologie des plus intéressants. La solution a une portée doctrinale incontestable ; les conclusions certaines qu'il est possible de tirer des observations faites dans la région américaine convenant à beaucoup d'autres régions dont les reliefs actuels se rattachent plus ou moins à des actions semblables. Les savants d'Amérique, particulièrement MM. Gilbert et Dutton, ont défini ces actions avec beaucoup de soin et de talent. Ils invoquent des phénomènes et des lois bien connues ; mais ils en poursuivent l'application aux accidents terrestres de l'Utah, du Colorado, du Nouveau-Mexique et de l'Arizona par des observations précises, qui font honneur à leur sagacité. Je crois utile en terminant de donner ici une idée de ces données théoriques.

Au point de vue des causes physiques qui s'exercent sur les reliefs du globe, le bassin du Colorado avec ses annexes possède un avantage exceptionnel : c'est la rare simplicité de sa structure géologique. Voilà un pays qui embrasse au minimum 900 mille kilomètres carrés, soit trente fois la superficie de la Belgique et, dans cette vaste étendue, la série des terrains primaires, secondaires et

tertiaires, à partir de la base du carbonifère, se poursuit presque sans exception, par des couches horizontales ou très faiblement inclinées. Tout en conservant, ou peu s'en faut, leur horizontalité primitive, ces systèmes de couches ont été portés à des hauteurs plus ou moins considérables au-dessus du niveau des mers. La plus grande portion du pays s'étage en terrasses de 500, 1000, 1500 mètres d'altitude. Les plates-formes de 2500 à 3000 mètres d'élévation n'y sont pas très rares. Mais ces soulèvements et bombements relatifs de l'écorce terrestre du *Far West* américain ne résultent pas de plissements et de redressements de couches, comme c'est l'ordinaire en Europe ; ils rappellent bien plutôt une voûte extrêmement surbaissée, dont les voussoirs auraient éprouvé des ressauts et joué les uns relativement aux autres. La région est sectionnée par de longues failles et divisée en vastes compartiments qui se sont déplacés verticalement d'une manière indépendante : les uns s'élevant au-dessus, les autres demeurant au-dessous du moyen niveau des compartiments voisins. C'est ce qui ressort avec évidence des nombreux profils qui sont joints à la monographie du capitaine Dutton, profils où l'échelle est la même pour les hauteurs et les longueurs. C'est ce qui se voit tout aussi bien sur la planche III de l'atlas, où l'on a tracé la trajectoire de toutes les failles importantes de la région du plateau.

Étant donnée cette structure remarquablement simple du plateau du Colorado, il est particulièrement intéressant de lui comparer le cours du fleuve, et d'étudier les causes qui ont pu produire les canaux profonds où il coule ainsi que ses tributaires ; car ces causes se dégageront bien plus nettement que dans les contrées dont la structure tourmentée peut nous dérober des mystères, et fait nécessairement intervenir un plus grand nombre de facteurs dans l'explication des phénomènes de la surface.

Or le fait capital dans le bassin du Colorado, c'est l'indépendance qui se manifeste entre les accidents du

relief et la direction adoptée par les rivières. Elles ne se sont pas engagées dans des fractures de failles. Dans la région du Grand Cañon notamment, il suffit d'un coup d'œil jeté sur la carte des failles pour voir que celles-ci sont toujours transversales à la rivière principale, et qu'elles ne sont à peu près pour rien dans la structure du réseau fluviatile.

Mais il y a plus. Dans le pays du Colorado, les eaux courantes rencontrent indifféremment dans leur trajet les dépressions et les régions élevées. Souvent elles sont comme jetées au travers des plateaux et des massifs les plus épais. Le Green River, le San Raphael, ainsi que le bras principal lui-même, après avoir circulé dans des dépressions aplaties, les délaissent comme à plaisir pour s'enfoncer en plein dans des terrasses gigantesques dominant tout le pays. Ils traversent ces obstacles, qu'on dirait infranchissables, dans des tranchées à parois raides, de plusieurs mille pieds de hauteur. On pourrait croire que ces tranchées ont été creusées artificiellement pour le passage des rivières. Ajoutons que celles-ci coulent dans le sens des bancs comme à contre-bancs, et que leurs sinuosités ne sont ni plus ni moins prononcées quand elles coulent à plein bord, ou dans des creux de 500 mètres ; enfin que la dureté et la solidité relatives des roches ne paraissent pas avoir eu plus d'influence que les inégalités de la surface dans le drainage général de la contrée.

N'oublions pas d'ailleurs que ces faits paradoxaux n'appartiennent pas exclusivement au pays dont il s'agit ici. Ils se présentent, il est vrai, dans le Far West sur la plus grande échelle ; mais on remarque dans une foule de contrées que souvent la direction suivie par les cours d'eau importants n'est ni peu ni point modifiée par les obstacles les plus apparents. Le Rhin, par exemple, pouvait gagner la mer du Nord sans pénétrer à Bingen dans le massif du Taunus s'il se fût tourné vers Francfort. La Meuse, semble-t-il, pouvait éviter aussi facilement de

couper le plateau élevé et cristallin de l'Ardenne française, si son cours se fût porté vers Rouvroy et Rumigny, à travers les terrains moins élevés et plus friables du bassin de l'Oise et de la Seine. Comment concilier ces faits avec la tendance bien connue de l'eau courante, à diriger son canal d'écoulement dans les lieux les plus bas et de moindre résistance ?

L'explication de l'anomalie peut être exprimée en quelques mots. La direction suivie par un grand nombre de cours d'eau a été fixée antérieurement à la formation des accidents topographiques de la contrée qu'ils arrosent.

Dans le cas du bassin du Colorado aux grands traits si simples, on peut dire, sans crainte de se tromper, que les rivières sont beaucoup plus anciennes que les dépressions et les protubérances du pays. Leur cours actuel s'est dessiné à une date très reculée, d'après la pente naturelle d'écoulement qu'offrait alors le sol récemment soulevé du sein des mers. C'est cette pente naturelle primitive, avec toutes ses irrégularités, que suivirent les premiers ruisseaux et les premières eaux pluviales. Le temps aidant, ces eaux ont creusé les sillons qui les encaissent aujourd'hui et ont ainsi fixé, à peu de détails près, leur trajectoire pour toujours. Le temps nécessaire au creusement de ces sillons sinueux, dont la profondeur atteint parfois cinq à six mille pieds, est immense. Il correspond à plusieurs époques géologiques consécutives. Pendant cette durée incommensurable, le sol a subi un mouvement d'exhaussement plus ou moins continu ; il s'est opéré plus d'une révolution dans les conditions climatologiques ; les corrosions et destructions de terrains produites par les agents atmosphériques se sont exercées, comme toujours, suivant les places, d'une manière très inégale. La résultante de ces actions de tous genres est précisément le relief actuel du pays de Colorado, lequel n'a presque plus rien de commun avec l'état primitif au temps de l'émersion, ni par conséquent avec la marche générale des cours d'eau qui y serpentent.

En définitive, le réseau fluvial du Colorado est en quelque sorte l'expression posthume d'un modelé ancien, entièrement disparu, et datant de la fin de l'époque tertiaire éocène.

Toutes proportions gardées, c'est à peu près l'histoire de la Meuse et du Rhin. A beaucoup d'égards, ces derniers fleuves sont plus vieux que le pays lui-même. Mais la structure compliquée du sous-sol dans les provinces rhénanes, les Ardennes et le bassin belge de la Meuse, ne permet pas d'y lire avec autant de netteté le principe de la *persistance* des grandes rivières dans les régions accidentées. La construction géologique du *Far West*, au contraire, me paraît faire ressortir ce principe avec une clarté incomparable (1).

Cette doctrine suppose que, dans les cas précités, l'action érosive des rivières a possédé l'énergie mécanique nécessaire pour creuser les vallées qui les renferment actuellement. Au premier abord, on peut être surpris de voir le Colorado et ses tributaires couler au fond de gorges qui tombent à 1000 ou 1500 mètres au-dessous des plateaux avoisinants, alors que le Rhin et la Meuse, qui sont des rivières très anciennes, n'ont corrodé leurs vallées que de 150 à 300 mètres de profondeur au plus. Mais il n'y a point ici de difficulté. La condition nécessaire et suffisante pour qu'un fleuve approfondisse son lit est la rapidité du courant, rapidité qui peut dépendre de deux facteurs : le volume de l'eau en mouvement, et surtout l'inclinaison de la pente. Quand un cours d'eau roule sur une pente rapide (les torrents en fournissent des exemples journaliers), il emporte avec lui des masses énormes de pierres et de gravier dont le frottement incessant sur le fond produit l'effet d'une scie d'acier trempée d'eau mêlée de sable et qu'on

(1) J'ai montré dernièrement, à la Société géologique de Belgique, que grâce aux découvertes de MM. Barrois et Gosselet, ce principe s'applique très bien à la traversée par la Meuse du plateau de Rocroy. *Bull. de la Soc. géol. de Belg.*, séance du 21 juin 1885.

fait osciller sur une plaque de marbre. On sait avec quelle facilité et quelle netteté on découpe par ce procédé les marbres les plus durs.

Mais cette grande rapidité d'un fleuve, conséquence ordinaire de l'inclinaison de son profil, suppose que son lit est porté à une altitude considérable au-dessus du plan de son embouchure, c'est-à-dire du niveau des mers. Or ce n'est plus le cas pour la plupart des fleuves qui nous entourent, comme la Meuse et le Rhin, dont la vitesse moyenne est très modérée. Depuis longtemps ils n'entament plus guère le fond de leur lit, parce que, en vertu même du travail d'excavation qu'ils ont produit antérieurement, ils se sont façonné, du moins dans la plus grande partie de leur trajet, un canal à pente douce et dont la faible inclinaison vers la mer répond à peu de chose près à la force d'impulsion nécessaire à l'écoulement. Le lit de la Meuse à Givet, à 350 kilomètres de l'embouchure, n'est guère qu'à l'altitude de 90 mètres : ce qui suppose pour la pente moyenne jusqu'à la mer du Nord la valeur très faible de 1/4000 environ. Il n'y a pas de raison pour que cet état de choses se modifie jamais, aussi longtemps que le sol de la Belgique et celui de l'Ardenne française conservent leur stabilité.

Maintenant, si l'on imagine qu'un mouvement graduel d'élévation du sol, comme en révèle à chaque instant l'étude géologique de la croûte du globe, se produise dans la Lorraine, la Champagne et les Ardennes, aussitôt l'inclinaison du profil de la Meuse dans son cours moyen s'augmente : elle va bientôt atteindre 1/1000, et la rivière cesse d'être navigable. Pour 1/500, elle devient torrentielle, et le travail d'excavation du lit va reprendre avec énergie. Si le mouvement ascensionnel se prolonge pendant une suite de milliers d'années, les cañons taillés par la Meuse pourront prendre des proportions gigantesques, et répondront à l'élévation du pays.

C'est précisément l'histoire des hauts plateaux du bassin du Colorado. Depuis le temps où s'est dessiné le pre-

mier réseau de ses artères fluviales, vers la fin de l'époque éocène, le sol du pays s'est élevé progressivement de 3000 à 3500 mètres au-dessus de l'Océan, et l'action corrosive de la grande rivière qui le traverse s'est développée dans la même proportion ; car, à mesure que la rivière excavait le fond de son lit par sa puissance d'entraînement et de friction, cette même puissance lui était perpétuellement restituée grâce au soulèvement continu de toute la région, et l'œuvre était toujours à refaire. De nos jours encore, le Colorado approfondit fortement son lit dans le district du Grand Cañon, quoiqu'il soit là à plus de mille kilomètres de ses sources. J'ai dit que, dans certaines parties de la Kaibab, il jaillisait de rapides en rapides. Sa pente moyenne y atteint 4 millimètres par mètre, soit 12 ou 15 fois celle de la Meuse en Belgique. Les eaux du fleuve américain sont chargées d'un volume exceptionnel de galets et de sable, qu'elles roulent avec elles en limant sans cesse le fond de la grande coupure. La puissance mécanique qu'elles déploient encore nous met évidemment sous les yeux l'agent infatigable qui a entaillé si profondément les assises du plateau depuis un temps immémorial.

Il reste à donner quelques mots d'explication sur un dernier caractère du pays du Colorado, plus frappant que tous les autres. Il s'agit de la raideur et de la continuité des cañons prodigieux dont il est sillonné. Dans nos profondes vallées d'Europe, qu'elles proviennent des froissements et des dislocations de couches ou qu'elles aient été façonnées par les fleuves, les escarpements rocheux à la fois très élevés et très raides sont un accident restreint. Presque jamais nous n'apercevons cette continuité de parois verticales, semblables à des murs immenses édifiés les uns sur les autres.

En dépit de l'obscurité qui plane encore sur quelques points, MM. Dutton et Gilbert ont très bien montré que la clef du problème se trouve dans la structure géologique

du bassin du Colorado. Les assises en ont été portées à une hauteur très considérable sans que leur horizontalité originaire ait été sensiblement affectée. En outre, ces assises sont constituées par l'empilement de couches de cohésion très inégale. Dans la série mésozoïque aussi bien que dans la carbonifère, les entailles des cañons rencontrent toujours des alternances de couches exceptionnellement résistantes et massives, comme le grès jurassique, comme le *red wall* carbonifère, et de couches beaucoup plus tendres et friables, susceptibles de s'ébouler avec plus ou moins de rapidité sous les influences atmosphériques. La dégradation de ces couches plus tendres produit des talus d'éboulement analogues à ceux qui constituent la plupart des versants de nos montagnes. Mais, en se démolissant, les couches tendres du Colorado laissent sans appui les bancs épais et massifs qui les surmontent. Ceux-ci, qui résistent à l'altération, surplombent quelque temps à la façon d'immenses frises ou corniches, puis tombent par fragments de plusieurs tonnes à la fois, en découvrant de larges plans de cassure généralement voisins de la verticale. Étant donné ce procédé de démolition, en vertu duquel certaines strates cèdent à la désagrégation, tandis que des strates voisines s'effondrent tout d'un coup et se brisent par gros fragments, il est clair que l'on distinguera immédiatement dans les tranchées les bancs formés des roches les plus massives, parce que l'abattage les aura mis à nu dans toute leur hauteur suivant des plans de section ayant la raideur des murs ou des falaises ; tandis que les roches moins cohérentes, plus hétérogènes, plus altérables se reconnaîtront à de petits gradins entremêlés d'éboulis ou à des talus inclinés. Tels sont, comme on l'a vu, les profils du Grand Cañon. D'ailleurs, dans tout le plateau, les étages géologiques sont restés à peu près horizontaux ; et, comme ils conservent leur composition minéralogique avec peu de variations, les parois des cañons et de toutes leurs ramifications présenteront inva-

riablement à perte de vue des façades et des cordons de pierres coupés verticalement et séparés par des zones, où des formes très différentes sont associées à des éboulis.

Ce mode de vallées n'est à peu près jamais réalisé en Europe sur une échelle un peu notable ; car, dans notre continent, les régions très élevées, susceptibles de gorges profondes, appartiennent communément à des couches redressées et plissées, et dès lors les mêmes effets de décomposition de roches ne s'y prolongent pas dans le sens horizontal. Quant au district du Grand Cañon, faute de végétation, les talus y sont sans protection et toujours en état de dégradation imminente ; la moindre pluie d'orage les entraîne. Les pierres et les blocs détachés tombent de falaise en falaise, et s'éparpillent en menus débris dans les abîmes du Colorado. Ils y sont dévorés bientôt par ce fleuve impétueux, car tout ce qui tombe est rapidement emporté par le torrent. C'est pourquoi il n'est pas possible que ces fragments, en dépit de leur surabondance, construisent de ces puissants contreforts d'éboulement, comme il en existe au pied des Alpes, et qui serviraient de manteau protecteur aux parois encaissantes. Le fond du grand creux est astreint, particulièrement pendant les crues, à un balayage formidable. Il est soumis à une sorte de curage régulier, qui laisse un libre cours aux actions destructrices, et maintient l'impressionnabilité des lits sédimentaires à tous les phénomènes que l'on vient de retracer.

Les dénudations générales qui ont produit les terrasses du grand plateau ont exigé, comme on l'a dit, une durée immense. Mais les membres du service américain pensent que la gorge centrale descendue par le fleuve a dû se former dans un temps beaucoup plus court. D'après certains indices, le creusement de cette fissure profonde de 1000 à 1500 mètres aurait pu s'opérer depuis la fin de l'époque tertiaire. Cet intervalle peut être encore fort long eu égard aux annales humaines. A-t-il duré 20 mille ans, 50 mille ans ? Inutile d'attendre là-dessus une réponse

sérieuse de la bouche d'un homme qui connaît l'état de la question. Malgré les progrès de la science, la nature garde encore un silence obstiné sur le temps précis qu'elle a mis à l'accomplissement de la plupart de ses grandes œuvres. Comme le dit Cl. Dutton à la fin de sa belle étude sur le district du Grand Cañon, dans ce pays, les assises entr'ouvertes du globe laissent échapper bien des secrets. La nature s'y montre plus communicative qu'ailleurs : elle répond à l'observation sur beaucoup de points ouvertement, et même avec une certaine complaisance. Mais, si on lui réclame des dates précises, si on lui demande de s'expliquer par des chiffres d'années, aussitôt ses lèvres se ferment, et elle reprend sa physionomie de Sphinx.

C. DE LA VALLÉE POUSSIN.

LA GÉOGRAPHIE DE L'EXODE

ET LES

DÉCOUVERTES MODERNES EN ÉGYPTE

La sortie d'Égypte fait époque dans l'histoire des enfants d'Israël ; jusqu'alors, ils étaient une tribu de pasteurs nomades, ils furent un peuple depuis. Il n'est donc pas étonnant que le souvenir de ce fait ait été conservé par eux dans ses moindres détails. Moïse leur avait expressément recommandé de le rappeler à leurs enfants chaque fois qu'ils célébreraient la Pâque, fête instituée en mémoire de ce grand événement ; et les prophètes y font de fréquentes allusions, lorsqu'ils rappellent à ce peuple ingrat tout ce que Dieu a fait en sa faveur.

Moïse ne nous a fait connaître ni le nom du prince qui accueillit Jacob, ni celui du pharaon qui opprima les Hébreux. Josèphe ne les nomme pas non plus dans ses *Antiquités judaïques*, où il suit généralement le récit de l'Exode, en y ajoutant de nombreux détails évidemment fabuleux. Dans son livre contre Apion, il semble vouloir faire de ses aucêtres les rois pasteurs qui ont dominé sur l'Égypte, et il rejette avec horreur l'opinion de Manéthon identifiant les Israélites avec les lépreux expulsés de l'Égypte par un Aménophis que l'on n'a pas encore retrouvé sur les monuments.

Depuis Josèphe jusqu'à nos jours, l'on a proposé bien des identifications pour ces pharaons ; nous croyons inutile de les rapporter ici, la question ayant été résolue par MM. Chabas et Emmanuel de Rougé. La lecture des hiéroglyphes et l'étude des monuments égyptiens a permis à ces savants de démontrer que le pharaon persécuteur a été Ramsès II, le fameux Sésostris des Grecs, et que son fils Menephtah Ier fut le pharaon de l'Exode.

Le nom de la terre de Gessen (hébreu *Goshen*, Septante Γεσέμ) a été retrouvé dans les textes hiéroglyphiques, mais son emplacement a été longtemps un sujet de discussion entre les savants. Josèphe le met dans les environs d'Héliopolis ; Benjamin de Tudèle, auteur juif du XIIe siècle, près de Belbeis qui n'est pas loin de là ; ce dernier toutefois identifie la ville de Pithom, qui selon toute probabilité était dans Gessen, avec El Fayoum, ville de l'oasis du même nom à l'ouest du Nil. Cette opinion est d'ailleurs très ancienne. Le savant rabbin Saadia ben Joseph, à qui nous devons la première traduction de la Bible en Arabe, était né à El Fayoum et prenait en hébreu le surnom de *Happithomi*. Les Égyptiens actuels, mahométans, juifs et coptes, sont unanimes pour identifier la terre de Gessen avec le Fayoum, qui est aujourd'hui la meilleure partie de l'Égypte. Leur opinion a été adoptée au siècle dernier par Jablonsky, qui l'a soutenue avec beaucoup de talent. Nous croyons inutile de rappeler les singulières identifications proposées par quelques anciens commentateurs de la Bible qui, ne connaissant pas le pays dont ils parlaient, ont commis bien des bévues. Ainsi Cornelius a Lapide, sachant que Thèbes était la capitale de l'Égypte, y place la résidence du pharaon et transforme la Thébaïde en terre de Gessen. Plus tard, le savant dom Calmet fut tenté d'étendre la province égyptienne depuis Tanis jusque dans la Palestine, où Josué mentionne une ville de Gosen parmi les montagnes de Juda. Du reste, la Bible en divers endroits représente Goshen comme étant la frontière orientale de

l'Égypte. Ainsi nous lisons (Gen. XLVI, 28) : *Misit autem* (Jacob)*Judam ante se ad Joseph, ut nuntiaret ei et occurreret in terram Gessen.* Et plus loin (XLVII, 1), lorsque Joseph se présente au roi pour annoncer l'arrivée de sa famille, il dit : *Pater meus et fratres ... venerunt de terra Chanaan, et ecce consistunt in terra Gessen.* Ils ne pouvaient pénétrer dans le pays sans une autorisation formelle du roi ; il est donc tout naturel qu'ils se soient arrêtés dans une province frontière. On peut ajouter à ces arguments que nulle part Moïse ne dit que les Hébreux aient dû passer le Nil, ni quand ils allèrent ensevelir Jacob dans le tombeau de ses ancêtres à Hébron, ni lorsqu'ils abandonnèrent définitivement l'Égypte. De plus les Septante, qui écrivaient dans le pays, dont ils connaissaient très bien la géographie quoi qu'en dise le Dr Schleiden, ont soin d'ajouter un mot d'explication aux paroles de Joseph invitant ses frères à venir habiter près de lui en Égypte ; ils disent : Καὶ κατοικήσεις ἐν γῇ Γεσὲμ Ἀραβίας, tandis que le texte hébreu, fidèlement rendu par la Vulgate, dit simplement : *Habitabis in terra Gessen.* L'interprète grec, en y ajoutant le mot d'*Arabie*, indique à ses lecteurs la situation de la contrée. Personne, en effet, n'ignore que, chez les anciens, les nomes de la basse Égypte situés sur la rive droite du Nil étaient censés appartenir à l'Arabie et ceux de la rive gauche à la Libye. Plus loin, en parlant des découvertes de M. Naville, nous aurons l'occasion de justifier contre le Dr Schleiden d'autres traductions des Septante.

Nous croyons pouvoir affirmer qu'aujourd'hui tous les savants rejettent l'opinion de Jablonsky renouvelée des Juifs du moyen âge, et que tous placent la terre de Goshen entre la rive droite du Nil et le canal de Suez. Mais, tandis que généralement on l'étend jusqu'à la branche tanitique et qu'on lui donne ainsi près de 5000 kilomètres carrés, le Dr Schleiden la restreint au Wadi Toumilat, qui n'en compte que 750 tout au plus. Naturellement il conclut de son assertion que la Bible a dit une contre-vérité en affir-

mant que les Hébreux, au moment de l'Exode, comptaient 600 000 hommes en état de porter les armes ; une si petite étendue de pays n'ayant jamais pu nourrir les deux millions d'habitants que suppose ce nombre de guerriers. Malheureusement pour son argumentation, le savant allemand semble n'avoir pas lu le livre qu'il critique ; il résulte, en effet, d'une foule de passages du texte que, tout en habitant principalement la terre de Goshen, les Hébreux s'étaient à peu près répandus dans toute l'Égypte, et qu'ils *remplissaient la terre*. C'est même cette multiplication extraordinaire qui inspira des craintes aux pharaons et les porta à opprimer les Hébreux.

Les pharaons aimaient à ériger des monuments « pour faire vivre leur nom à toujours » selon la formule consacrée ; et Ramsès II les dépassa tous en ce genre. Depuis Ipsamboul près de la seconde cataracte, jusqu'à Tanis sur les bords de la Méditerranée, toute la vallée du Nil nous montre des constructions élevées ou agrandies par lui. La Bible parle de cette manie du roi, et cite parmi les travaux imposés aux Israélites les travaux de bâtisse. Un papyrus de Leyde nous montre les Aperiou (Hébreux) traînant péniblement de grosses pierres destinées « au grand palais du roi Ramsès Meiamoun, à la vie saine et forte, aimant la justice ». Moïse nous apprend aussi qu'ils bâtirent pour le pharaon deux villes à magasins (1), Pithom et Ramessès, auxquelles les Septante ajoutent καὶ Ὤν, ἥ ἐστιν Ἡλιούπολις. Ces cinq derniers mots ne se trouvent pas dans le texte hébreu, et sont en contradiction avec le passage de la Genèse (XLI, 45) qui nous apprend que Joseph épousa la fille d'un prêtre d'Héliopolis, ce qui prouve que la ville existait déjà à cette époque. M. Lauth croit que le texte primitif

(1) En hébreu MISKENOTH. La Vulgate traduit *urbes tabernaculorum*, pensant sans aucun doute à la racine SAKAN *tisser ;* les Septante disent πόλεις ὀχυρὰς, villes fortifiées ; saint Jérôme traduit ce mot de la même manière (II Par. XIII, 4). Les villes où l'on gardait les trésors devaient naturellement être fortifiées.

portait κατ' Ὦν, et aurait ainsi distingué le Ramessès, bâti par les Hébreux, des autres villes qui portaient le même nom. Ebers rejette cette correction pour la raison que la version copte, qui suit littéralement les Septante, donne également NEM (= καὶ); mais cette raison, si c'en est une, prouverait seulement que le changement de κατ' en καὶ est ancien et rien de plus. Du reste, comme tous les savants plaçaient la ville de Ramessès bien loin d'Héliopolis, il n'est pas étonnant que la conjecture de l'égyptologue bavarois ait passé inaperçue ; cependant une découverte récente dont nous parlerons plus loin pourrait bien lui donner raison.

La situation de ces villes est très importante pour l'histoire de la sortie des Iraélites, puisque l'Écriture fixe leur point de départ à l'une d'elles, Ramessès. Cette dernière est citée quatre ou cinq fois dans le Pentateuque ; Pithom ne l'est qu'une seule fois, sauf que le traducteur copte l'identifie (Gen. XLVI, 28) avec Héroopolis, dont le nom a été inséré en ce passage par les Septante. Cependant on ne pouvait rien conclure de cette identification, les savants n'étant aucunement d'accord sur la situation de cette ville célèbre, bien qu'elle ait donné son nom au golfe de Suez *(Heroopolites sinus)*.

Nous croyons utile de donner ici, en quelques lignes, les diverses synonymies proposées par les principaux auteurs pour divers lieux de la basse Égypte, avant de parler des importantes découvertes de M. Naville, qui ont commencé à débrouiller ce chaos d'opinions contradictoires. Il ne faut pas oublier qu'avant le commencement de ce siècle l'Égypte était une terre inconnue. L'expédition française et la grande découverte de Champollion en ont peu à peu dissipé les ténèbres ; aujourd'hui la lumière ne commence à s'y faire que grâce à de laborieux efforts.

Les grands monuments dont les ruines couvrent le sol de la haute Égypte ont surtout attiré l'attention ; la basse

Égypte, dont la plupart des monuments sont détruits ou ensevelis sous le limon du Nil et les sables du désert, a été beaucoup moins explorée. Néanmoins nous connaissons ses nomes et leurs capitales, grâce aux inscriptions géographiques qui couvrent les murs des temples. Ces inscriptions et les papyrus historiques nous ont également appris les noms d'un grand nombre de villes, de sanctuaires, de lacs et de cours d'eau. Malheureusement cette connaissance se borne souvent au nom seul du lieu ; sa situation sur la carte nous échappe, jusqu'à ce qu'un heureux hasard nous la fasse connaître.

Nous en verrons maint exemple dans les lignes suivantes.

Gessen. Lorsque Brugsch commença, en 1857, sa grande publication sur la géographie de l'Égypte, le nom du pays de Gessen n'avait pas encore été retrouvé sur les monuments. Il fut, si je ne me trompe, publié pour la première fois en 1865, dans le premier volume des *Inscriptions géographiques* de Dümichen et reconnu par Lauth. C'est le xxe nome de la basse Égypte, sous la forme *Qesem Ab-ti* ou Qesem de l'orient.

A environ cinq lieues au sud de San (Tanis) se trouvent, sur la branche pélusiaque du Nil, quelques ruines antiques nommées par les Arabes *Faqous*. Ce sont les restes de Φακοῦσα, dont Strabon fait un village, mais que Ptolémée dit être la capitale du nome d'Arabie. Comme le nom de *Kôs* est donné par les Coptes à plusieurs localités de la haute Égypte, Champollion supposa que nous avions ici ce même nom précédé de l'article *pha*. Ce Kôs fit songer à Goshen, et les deux noms furent déclarés synonymes ; il est vrai que Kôs ne donne que la moitié du nom et que la finale *-en* ou *-em* y manque ; mais la ville de *T'an* (Tanis, San) se lit également *T'a* sur quelques monuments. On jugeait donc cette finale peu nécessaire. Ces conclusions furent adoptées par tous les égyptologues. Il paraît cependant qu'elles étaient erronées. En effet, M. Naville vient de

découvrir l'hiver dernier à Saft-el-Henna, près de Zagazig, les restes d'une grande ville qui, d'après ses inscriptions, portait le nom de *Qesem* et est donnée comme capitale du nome d'Arabie, c'est-à-dire du pays de Gessen. Les monuments sont pour la plupart détruits, mais il s'y trouve encore un sanctuaire monolithe datant de Nectanébo II, le derniers des pharaons de race égyptienne, ainsi que la statue de ce prince malheureusement brisée. N'oublions pas d'ajouter que ce nome a été créé et organisé par Ramsès II et que, par suite, il n'est pas étonnant qu'on lui ait donné aussi le nom de ce roi. Ce Qesem serait-il le Ramessès de la Bible ? De nouvelles fouilles décideront peut-être la question.

Ramessès. Un grand nombre de villes de l'Égypte portent ce nom dans les inscriptions ; mais nous n'avons à nous occuper ici que de celles du Delta. M. Chabas nous apprend que c'était un des noms de Peluse, et voit dans cette ville le Ramessès de l'Écriture sainte. Déjà le Targum du Pseudo-Jonathan avait admis cette identité. D'autre part, Tanis (San), résidence favorite de Ramsès II, porta également le nom de ce roi, et M. Brugsch y vit la ville bâtie par les Israélites. Nous aurons à revenir sur cette dernière identification.

Celle qui avait été généralement admise jusqu'ici fut proposée par Lepsius il y a une quarantaine d'années, la voici. A une quinzaine de kilomètres de la ville actuelle d'Ismaïlia, dans le Wadi Toumilat, entre le canal d'eau douce et les restes du canal des anciens pharaons, on voit un tumulus appelé aujourd'hui Tell Maskhouta (Tumulus de la statue), mais qui portait autrefois le nom de *Abou Keycheyd*. Les ingénieurs de l'expédition française y découvrirent un grand bloc de granit, sur lequel étaient sculptés trois personnages assis et de longues lignes d'hiéroglyphes. Ces inscriptions furent publiées, en 1828, par Wilkinson, et l'on reconnut que ce bas-relief datait de Ramsès II, qui était représenté entre les dieux Toum et Armachis. Cette

particularité du roi qui se place au rang des dieux et se fait adorer comme tel frappa Lepsius. Il crut que, comme à Ipsamboul (en égyptien, Pa-Ramessou = Pramessopolis), Ramsès avait dû être le dieu local de la ville retrouvée, dans laquelle il vit naturellement celle que les Hébreux avaient été forcés de construire et d'où ils partirent lors de l'Exode. Lors des travaux du canal de Suez, il s'éleva en cet endroit un village qui fut appelé Ramsès, nom que reçut également la station du chemin de fer. Ce village a été abandonné depuis l'achèvement des travaux. Nous devons ajouter que l'identification de Ramessès avec Abou Keycheid avait été proposée il y a plus d'un siècle par D'Anville, qui crut en outre que Ramessès reçut plus tard le nom d'Héroopolis. Lepsius place cette dernière ville à Moukfâr, un peu à l'est de Tell Maskhouta (1).

Pithom, dont nous parlerons bientôt plus au long, a été depuis longtemps identifié au Pathumos d'Hérodote ; seulement, la différence de ponctuation des manuscrits rendait incertaine la situation de cette ville, et même on avait fini par adopter, comme nous le verrons, la mauvaise lecture. Brugsch, ayant trouvé parmi les lieux du Delta oriental un Pa-khtoum n Ramessou Meiamoun, « la forteresse de Ramsès Méiamoun », crut pouvoir l'identifier à notre Pithom, de même qu'il crut retrouver dans le même mot *khtoum*, forteresse, Etham (Septante Ὀτώμ) une des stations des Israélites. J'avoue que je n'ai jamais pu admettre cette identification ; car, bien que l'égyptien *khtoum* soit devenu le copte *tom*, je ne crois pas que l'on retrouve un exemple de *tom* = *khtoum* à une époque aussi reculée que celle de Ramsès II.

En outre Etham s'écrit avec un aleph, et cette lettre

(1) Nous avons cru pouvoir passer sous silence l'opinion préconisée par le P. Sicard, qui place Ramessès à Bessatin, près du Caire, pour la seule raison que c'est à cet endroit qu'il place le lieu du départ des Israélites. Aucun des savants qui comme lui adoptent « la vallée de l'égarement » pour la route des Hébreux n'admettent cette identification.

n'est jamais transcrite par la gutturale forte *kh* dans l'écriture égyptienne.

Socoth, Sukhot signifie tentes en hébreu. De là plusieurs interprètes n'y voient qu'un simple campement. M. de Laborde donne une explication très ingénieuse de ce mot. Pour lui, Socoth est le campement où se réunirent tous les enfants d'Israël partis des divers points du pays de Ramessès (Gessen) avant de se mettre en route. Lauth signale dans ces parages un lieu nommé Sekhet, et Ebers se demande si le Socoth de la Bible ne serait pas le Sekhet par lequel passa l'Égyptien Seneh en se rendant dans la contrée d'Atima, identifiée par Chabas avec l'Idumée. Ajoutons que les inscriptions et les papyrus parlent d'un pays T'oukou, T'oukout (1), situé sur la frontière orientale de l'Égypte ; on a supposé qu'il pourrait être le Socoth de l'Exode. Du reste, son emplacement est resté indéterminé jusque dans ces derniers temps.

Magdalon, Migdol, Maktal est un mot commun à l'hébreu et à l'égyptien ; il signifie *tour*, *forteresse*. Les pharaons avaient construit le long de la frontière toute une ligne de postes fortifiés. Les textes en parlent très souvent, mais n'en indiquent pas la position ; celle d'un seul Magdalon est à peu près déterminée, sur la voie romaine, à cent milles au sud de Pelusium.

Il y a un siècle environ, tout le monde admettait que la mer traversée par les Israélites à leur sortie d'Égypte n'était autre que la mer Rouge, la ἐρυθρὰ θαλάσση des Septante. Le premier qui ait soulevé des doutes à cet égard est un auteur allemand nommé Gottlob Heinrich Richter. Dans une brochure publiée à Leipzig en 1777 (2), il prétend

(1) L'hiéroglyphe que nous rendons par T' sert à transcrire le tsadé et le samech de l'hébreu, et devient dans les mots grecs tantôt *t* (T'an = Τανις), tantôt *s* (T'ebnouter = Σεβέννυτος).

(2) *Geographische Untersuchung ob das Meer, durch welches die Israeliten bey ihrem Abzuge aus Aegypten gegangen der Arabische Meerbusen gewesen sei ?* in-8°.

que le nom de la mer traversée par les Israélites a été mal lu jusqu'à lui, et qu'au lieu de *yam souf*, *mer des joncs*, il faut lire *yam sôf*, *mer de la frontière*. Il conclut de son explication que la mer dont il s'agit a dû nécessairement former la limite entre l'Égypte et la terre promise, et qu'elle n'a pu être que l'ancien lac Sirbonis, réduit aujourd'hui à un terrain marécageux, en grande partie désséché.

Cet ouvrage, quoique paru à une époque où les paradoxes bibliques étaient à la mode, semble avoir eu peu de succès, et fut bientôt oublié.

Une cinquantaine d'années plus tard, en 1830, l'idée de Richter fut reprise par C. Thierbach, qui la prit pour sujet d'un programme de collège (1).

Je n'ai pas vu ce travail ni la réimpression qui en fut faite à Leipzig en 1837, sous le titre : *Der Zug der Israeliten aus Aegypten nach Canaan*, et ne saurais en parler en connaissance de cause. Je serai plus explicite sur la dissertation du Dr Schleiden (2) que j'ai pu lire et étudier. M. Schleiden appartient à ce que l'on nomme l'*école critique*. Pour lui, le Pentateuque n'est pas l'œuvre de Moïse, mais a été écrit bien des siècles plus tard et d'après de vagues traditions populaires. Il adopte pour la situation de Ramessès l'opinion de Lepsius. Socoth n'est pas le mot hébreu qui signifie *tentes*, mais se trouve en rapport avec le mot égyptien *souq*, nom du crocodile sacré, et doit signifier un campement près du lac Temsé (lac des Crocodiles). Etham à l'entrée du désert devient le désert lui-même. Migdol (*Magdalon* de la Vulgate) est la cité de Magdalon près de la Méditerranée, et Pihahiroth, qui peut signifier *porte des abîmes*, doit être le lac Sirbonis, à moins que ce ne soit le lac Menzaleh ; mais alors Pihahiroth voudrait dire *plaine verte*. Beelsephon est le mont

(1) *Ueber den Durchgang der Israeliten durch einen Theil des Mittelländischen Meeres*. Osterprogramm. Erfurt 1830.

(2) *Die Landenge von Sues. Zur Beurtheilung des Canalprojects und des Auszugs der Israeliten aus Aegypten*. Leipzig 1858, in-8, av. 6 pl. et 1 carte.

Casius, où l'on voyait un temple de Jupiter et le tombeau de Pompée. Arrivés à cet endroit, les Israélites étaient hors de danger, l'armée égyptienne ayant été engloutie comme le fut celle d'Artaxerxès plusieurs siècles plus tard. Moïse ne pouvait ignorer que, pour entrer dans la terre promise par cette route, il aurait à lutter contre les Philistins, c'est pourquoi il prit à droite vers le mont Sinaï.

Le livre de M. Schleiden fut bientôt oublié, ou plutôt il passa inaperçu.

Il n'en fut pas de même de la conférence donnée à Londres, seize ans plus tard, par M. Brugsch, au Congrès international des orientalistes. Elle excita une véritable tempête, bien que l'auteur fît les plus grands efforts pour justifier son orthodoxie. Nous croyons qu'il était sincère, tant les théories des exégètes modernes de l'Allemagne ont oblitéré le sens religieux des protestants de ce pays.

Une étude assidue des inscriptions hiéroglyphiques apprit à M. Brugsch que la ville de Tanis avait, entre autres noms, celui de Pi Ramsès (ville de Ramsès). Dans un des papyrus Anastasi, un scribe égyptien, envoyé à la poursuite de deux esclaves fugitifs, rapporte que, parti du palais de Ramsès le 9 epiphi, il arriva le lendemain à la forteresse de T'ukot, et le troisième jour à Ktham, où il apprit que les fuyards avaient passé la « muraille » Schour en se dirigeant par Migdol. Cette suite de lieux, Ramsès, T'ukot, Ktham, Migdol, parcourus par les fugitifs, rappela à M. Brugsch les premières stations de l'Exode, Ramessès, Sochot, Etham, Magdala ; et la nouvelle explication de la sortie des Israélites était trouvée. Cette hypothèse permit de fixer sur les bords de la Méditerranée le pays de T'oukou, sans identification connue jusqu'alors, et d'y transporter également Khtoum ou Khatoum qui, en sa qualité de forteresse, y avait sa raison d'être ; la tour fortifiée Migdol, Maktal, fut définitivement identifiée avec le Magdolon d'Hérodote et des Itinéraires.

De toute l'érudition égyptologique accumulée par M. Brugsch pour appuyer sa thèse, il ne résulta qu'une seule chose, à savoir que Tanis ajouta à tous les noms qu'elle avait déjà — T'an, T'ai, T'a, Khont-Ab, Mesen du Nord, T'ebet du Nord, Pa-Hor (demeure de Horus), Ta-Bennou (demeure du Phénix) — celui du roi Ramsès II. Mais cet honneur, que Tanis partagea d'ailleurs avec Pelusium et beaucoup d'autres villes, ne prouve rien dans la question actuelle ; car le Ramessès de l'Exode fut bâti par les Hébreux, tandis que Tanis existait déjà du temps des rois pasteurs, comme le démontrent les sphinx androcéphales et les autres monuments hycsos que Mariette y a découverts. En vain l'auteur prétend-il, pour échapper à cette difficulté, que les Israélites durent travailler à fortifier la ville, tandis que Moïse dit positivement qu'ils la bâtirent. Quant aux autres identifications, elles sont appuyées, il est vrai, par des documents égyptiens; mais aucune ne l'est par un monument trouvé sur les lieux, de sorte qu'elles restent toujours sujettes à caution.

Comme M. Brugsch lui-même a abandonné ses opinions de 1874, nous croyons inutile d'insister davantage, et préférons nous occuper des découvertes de M. Naville, dont le grand mérite est d'avoir remplacé des théories par des faits, et des conjectures par des inscriptions trouvées sur les lieux.

Tout le monde sait de quelle vénération la Bible est entourée en Angleterre. Il n'est donc pas étonnant que, dans ce pays d'initiative privée, on ait songé à créer une société dans le but exclusif d'explorer la Palestine, le *Palestine Exploration Fund*. Elle a exécuté de grands travaux à Jérusalem, a fait le levé trigonométrique du pays, et vient d'en publier la première carte complète en plus de vingt grandes feuilles.

Le bruit fait par la conférence de M. Brugsch amena la constitution d'une société analogue l'*Egypt Exploration*

Fund, pour exécuter des fouilles dans l'Égypte inférieure, dans le but d'y retrouver les traces du séjour des Hébreux.

La Société avait résolu de commencer ses travaux par des fouilles à Tanis, où le Seigneur opéra des prodiges par la main de Moïse ; mais la révolte d'Arabi empêcha l'exécution de ce projet. Après la défaite des insurgés, la saison était trop avancée pour entamer les fouilles de Tanis ; cependant la Société, cédant aux instances de ses souscripteurs, résolut de faire encore quelque chose cette année. Elle envoya en Égypte M. Édouard Naville, de Genève, égyptologue distingué, avec ordre de fouiller le tumulus de Maskhouta, sous lequel Lepsius plaçait Ramessès, l'une des villes bâties par les Israélites.

M. Naville arriva en Égypte à la fin de janvier 1883, et se rendit aussitôt à Ismaïlia, où il savait que l'on avait réuni, sur la place Champollion, un certain nombre de monuments déterrés à Tell Maskhouta pendant qu'on travaillait au canal, à savoir une répétition du bas-relief trouvé par la commission française de 1798, une stèle également en granit, deux sphinx en basalte noir et un naos brisé en grès rouge renfermant un sphinx taillé dans le bloc. En examinant ces pièces, M. Naville vit à son grand étonnement qu'aucune n'était dédiée à Ramsès divinisé ni à Ra, mais que toutes portaient des dédicaces à Toum, le dieu du soleil couchant, et que partout où était nommé le roi Ramsès, il prenait le titre d'*aimé de Toum* ou *aimé d'Harmachis*, qui est une autre forme du même dieu. Il conclut de cette découverte inattendue que Toum était le dieu éponyme de la ville à déblayer et que, si celle-ci était réellement une de celles bâties par les Hébreux, ce devait être Pithom (Pi-Toum = demeure de Toum) et non Ramessès, ainsi qu'on le supposait.

Il commença ses travaux le 5 février, et put avancer rapidement grâce à l'obligeance de l'ingénieur français M. Jaillon, qui lui procura un atelier d'anciens ouvriers

du canal. Sans cette intervention, il lui eût été difficile de réunir un nombre suffisant de travailleurs dans ce lieu complètement désert, où il s'agissait de déplacer une énorme quantité de sable.

Tell Maskhouta est situé à environ trois lieues à l'ouest d'Ismaïlia, entre le canal d'eau douce au nord et les restes de l'ancien canal des pharaons au sud. C'est une plaine couverte de petites collines de sable, dont plusieurs semblent appartenir à une sorte de chaussée en briques grossières, d'une largeur d'environ sept mètres. Au bout de six ou sept semaines, on y avait mis à découvert un mur d'enceinte, les restes d'un temple précédé de son dromos ou avenue, un camp, quelques ruines d'une ville, et nombre de substructions qui ne ressemblaient à rien de ce que l'on avait trouvé jusqu'alors en Égypte ou ailleurs. Ce que l'on avait cru une chaussée se trouvait être un mur d'enceinte, épais de 14 coudées ($7^{m}33$) et renfermant un espace carré d'environ quatre hectares et demi. A l'un des angles, se trouve un petit temple de Toum, construit en beau calcaire de Tourah, et entouré d'un péribole en briques. Le reste de l'enceinte était exclusivement occupé par des magasins ou entrepôts, et c'étaient leurs substructions qui avaient d'abord tant intrigué M. Naville. Ils sont faciles à reconnaître en ce qu'ils sont sans communication entre eux et n'ont point de porte latérale; on n'y avait accès que par des ouvertures pratiquées dans leurs voûtes. C'est par là qu'on y faisait descendre les grains et les marchandises. Les bas-reliefs donnent des dessins de ces greniers, et il en existe un petit modèle dans le musée du Louvre. Ils étaient solidement construits en briques et séparés par des murs de $2\frac{1}{2}$ à 3 mètres (4 à 6 coudées) d'épaisseur. M. Villiers Stuart, qui visita les travaux en février 1883, donne de curieux détails sur des objets trouvés dans ces entrepôts. « Parmi les objets, dit-il, que je vis dans ces chambres à trésors, se trouvait un superbe brasier en bronze qui, peu après sa découverte, tomba en pièces par

suite de l'action de l'air. Dans une des chambres, M. Naville me montra une énorme quantité d'ossements de quadrupèdes et d'oiseaux, et beaucoup d'arêtes de poissons, le tout extrêmement fragile par suite de leur grand âge... Je vis également, dans une chambre tout près de là, des masses d'une sorte de gomme ou de résine devenues méconnaissables, mais sur lesquelles on voyait des marques tracées en noir. Il est probable que ces substances avaient été enfermées dans des sacs où étaient inscrites à l'extérieur des marques destinées à les faire reconnaître, et que ces marques avaient laissé des traces, tandis que les sacs eux-mêmes étaient depuis longtemps réduits en poussière. Je pris un peu de cette gomme, qui donna une odeur très aromatique lorsque j'y mis le feu ; c'était sans doute de l'encens emmagasiné ici pour le service du temple. » Miss Amelia B. Edwards pense que ces villes à trésors étaient en réalité des forteresses construites à la frontière et destinées à servir d'entrepôt aux vivres, au butin, aux armes et aux munitions de guerre ; ces arêtes et ces os proviendraient des provisions de poisson et de viande salés accumulées dans ces magasins. Elle conjecture que la résine odoriférante vient d'un tribut du pays de Poùm, côte des Somalis, temporairement déposé en cet endroit avant d'être expédié aux temples de l'intérieur ; elle est en quantité trop considérable pour avoir été exclusivement consacrée au petit sanctuaire découvert ici. Il est remarquable qu'aucune des nombreuses briques employées dans ces constructions ne porte le nom du roi. Il y en a de trois sortes, les plus belles sont mêlées de paille, d'autres de roseau, et celles de la dernière qualité sont exclusivement composées de limon du Nil.

Le temple et les magasins datent du temps de Ramsès II, car aucune inscription ne porte un nom plus ancien, et nulle part on ne dit avoir restauré un monument antérieur. Les fouilles ont donné des statues, des bas-reliefs et de nombreuses inscriptions de rois, de prêtres et de grands

officiers. Le nom de Ménephthah, le pharaon de l'Exode, n'y a pas été retrouvé ; mais nous savons par les papyrus qu'il n'a pas négligé cette ville. Les principaux monuments recueillis sont : un magnifique épervier en basalte avec le cartouche de Ramsès ; un fragment de stèle portant le nom de Sheshank Ier, le Sésac de la Bible ; un fragment de colosse assis, dans le style de la XXIIe dynastie, probablement d'Osorkhon II ; deux statues de fonctionnaires à inscriptions intéressantes ; des fragments d'un pilier en granit au cartouche de Nectanebo Ier, et une magnifique stèle aussi en granit datant du règne de Ptolémée II Philadelphe. Elle mesure 1m,30 sur 0m,96 ; c'est non seulement la plus grande stèle ptolémaïque connue, mais encore une des plus importantes pour l'histoire.

Toutes les dynasties de l'Égypte ont contribué à embellir le temple de Pitoum, excepté peut-être la vingtième, à qui néanmoins il se peut qu'appartienne un bas-relief dont le cartouche est brisé. Outre les inscriptions lisibles de tous les temps, il s'y trouve d'innombrables fragments de pierres brisées, de toute forme, portant parfois un ou deux hiéroglyphes. Ces fragments proviennent des Romains, qui s'en sont servis comme de gravier pour maçonner les murailles et pour niveler le sol de leur camp.

Nous avons dit plus haut que l'examen des monuments exposés à Ismaïlia avait fait croire à M. Naville qu'il se trouvait en présence des ruines de Pithom. Les fouilles ont entièrement confirmé cette conjecture. Le nom de Pi-tum, Pa-tum (demeure de Toum) se lit jusqu'à quinze fois sur les différents monuments découverts. C'était le nom sacré de la ville, dont le nom civil ou profane était T'oukou T'oukout, le Socoth de la Bible. Ce dernier nom est aussi celui du district ; il a été trouvé vingt-deux fois. Le poteau déterminatif nous apprend que la ville et le pays étaient habités par des étrangers, ou au moins qu'ils étaient près de la frontière ; aussi Pithom est-il dit Pi-toum-ar-Ab, *demeure de Toum à la porte de l'Orient.*

Ces derniers mots *ar-Ab* rappellent le nome d'Arabie dans lequel Pithom était situé, et nous expliquent peut-être l'origine du mot Arabie, dont l'étymologie est incertaine.

Nous avons dit plus haut que plusieurs auteurs identifient Pithom avec le Pathmos d'Hérodote, mais que la ponctuation différente des manuscrits ne permet pas de déterminer avec exactitude l'emplacement que le père de l'histoire assigne à cette ville. Après avoir raconté que le roi Necôs avait commencé le canal qui devait relier le Nil à la mer Rouge, il ajoute que Darius l'acheva ; puis il donne la description du canal qui a sa prise d'eau au Nil : κατύπερθε ὀλίγον Βουβάστιος πόλιος παρὰ Πάτουμον τὴν Ἀραβίην πόλιν ἐσέχει ἐς τὴν Ἐρυθρὴν θαλάσσην, ce qui rendu littéralement signifie : un peu au-dessus de la ville de Bubaste près de la ville arabe de Patumos il se jette dans la mer Érythrée. J'ai donné le texte et la traduction sans les ponctuer pour que le lecteur saisisse mieux l'équivoque de la phrase ; selon qu'on place le point après Bubaste ou Patumos, cette dernière ville se trouvera au commencement ou à la fin du canal. La plupart des éditeurs modernes mettent le point après Patumos. Il est vrai que la plupart des manuscrits ajoutent δὲ après ἐσέχει, et font ainsi des derniers mots une phrase séparée ; mais d'autres, comme Larcher le remarque fort bien, lisent δὴ au lieu de δὲ, et justifient ainsi le point après Bubaste. L'*Itinéraire* d'Antonin et la *Notice des dignités de l'Empire* parlent d'une ville de la basse Égypte qu'ils appellent Thou, Thohu, Tohu et aussi Thoum ; mais cette dernière orthographe ne se trouve que dans deux manuscrits de l'*Itinéraire*. Elle fut néanmoins adoptée, parce que l'on y voyait un synonyme de Pathumos, Pithoum, dans la première syllabe duquel on croyait retrouver l'article copte. L'*Itinéraire* place Thou sur la voie romaine entre Héliopolis et Pelusium à la hauteur du tumulus de Tell-Abou-Soleyman, à une vingtaine de kilomètres des ruines de

Bubaste; c'est là que l'on transféra Patumos, Pithom, malgré l'autorité de Wesseling et de Larcher.

Il est vrai, comme le remarque fort bien M. Naville, que le lieu indiqué se trouve au-dessous de Bubaste et non au-dessus, qu'une distance de vingt kilomètres ne justifie guère l'adverbe ὀλίγον, et que la dernière petite phrase, isolée de ce qui précède, n'a plus sa raison d'être. Ces détails semblèrent de peu d'importance, et tout le monde adopta l'identification que la dernière découverte vient de mettre à néant.

La ville profane T'oukou fut construite près de la demeure sacrée de Toum, et l'on rencontre partout des restes de maisons, dont la plupart datent de l'époque romaine. Peu à peu les deux villes se séparèrent et, dans les derniers temps, l'enclos massif renfermant le temple et les magasins fut converti en camp fortifié occupé par une garnison romaine.

Nous savons, grâce au témoignage de la Bible confirmé par les dernières découvertes, que Pithom était une ville-magasin; il paraît que souvent du temps de la dynastie grecque on le nommait simplement « le magasin », ou en égyptien AR, AROV, d'où ἡρώ, *ero*, en grec et en latin. Bientôt l'étymologie populaire fit de ces derniers mots la ville des héros, *Heroum civitas*, Ἡρώων πόλις. Les savants néanmoins, sachant que les villes d'Égypte empruntaient le nom de leur divinité principale, et que Pithoum était consacré à Toum, prirent Ἡρών pour le nom grec de ce Dieu. C'est ce qui résulte de la traduction de l'obélisque Pamphili par Hermapion, qu'Ammien Marcellin nous a conservée, et où le titre royal *fils de Toum* est rendu par Ἡρῶνος. Héroopolis serait donc *ville de Toum* de la même manière que Diospolis est ville de Zeus Ammon, et Héliopolis ville de Hélios Ra. Cette identité a été admise par le traducteur copte de la Bible, qui rend par Pethôm le Ἡρώων πόλις des Septante. Le grand géographe français D'Anville, que sa vaste érudition fit sur-

nommer le Ptolémée français, admit cette opinion, qui fut adoptée également par la commission d'Égypte, par Quatremère et par Brugsch dans ses premiers travaux. Schleiden la rejeta dans les termes les plus dédaigneux.

La question vient d'être décidée définitivement pa rdeux inscriptions trouvées sur les lieux.

L'une est gravée sur une pierre qui fait partie d'un mur en calcaire blanc, près de l'entrée du dromos du temple. Elle porte :

LOERO
POLIS
ERO
CASTRA

La signification des deux premières lettres n'a pas encore été expliquée que je sache, mais celle des autres est très claire. ERO CASTRA, le camp d'Ero, et nous savons par Étienne de Byzance qu'Heroonpolis de Strabon s'appelait également ἡρώ. La seconde inscription est plus intéressante en ce qu'elle nous fait connaître la distance entre Héro et Clysma, distance qui diffère considérablement de celle conservée dans l'*Itinéraire* dit d'Antonin. Si l'autre inscription n'avait pas été encastrée à demeure dans les murs de la ville, celle-ci aurait pu faire croire qu'Héroopolis devait être cherchée en un autre endroit. Elle est de l'an 306 ou 307 de notre ère et se lit comme suit :

DONNVICTORIBVS
MAXIMIANOETSEVERo
IMPERATORIBVSET
MAXIMINOETCONSTANTI[illegible]
NOBILISSIMIS CAESARIB[illegible]
AB EROINCLVSMA
M VIIII Θ

La distance marquée ici est un huitième seulement de celle donnée par l'*Itinéraire* qui porte 68 milles, Ero XVIII

Serapiu L Clysma. — Cependant le VIIII de la pierre est sans aucun doute le nombre voulu; le graveur a eu soin de le répéter sous forme du chiffre grec Θ, ce qui du reste était l'usage des Romains dans les pays de langue grecque. L'un des deux textes est évidemment dans l'erreur ; je pense que c'est celui de l'*Itinéraire*, dont les copistes ont pu modifier les chiffres très facilement. Outre ces deux inscriptions importantes, on a encore trouvé un fragment portant les lettres grecques HPOY. On peut donc conclure que l'identification de Pithom Héroopolis ne donne plus lieu au moindre doute.

N'oublions pas de mentionner une découverte très curieuse faite en Italie vers le temps où M. Naville travaillait en Égypte. M. Gammurini, archéologue du gouvernement de Toscane, a trouvé dans la bibliothèque d'Arezzo un manuscrit du Xe ou XIe siècle. C'est la relation d'un voyage fait en l'an 370 dans la terre sainte par une femme de la Gaule méridionale appartenant à une famille d'un rang élevé. Elle visite l'Égypte, la terre de Gessen, Tanis, Jérusalem, la Mésopotamie, etc., et rapporte avec soin les traditions qu'elle a recueillies. La plus grande partie de la relation est perdue, mais heureusement les dernières pages existent encore, et ce sont les plus intéressantes pour notre objet. M. Gammurini s'est empressé d'envoyer à M. Naville l'extrait suivant de ce précieux manuscrit : « Pithona etiam civitas, quam ædificaverunt filii Israhel, ostensa est nobis in ipso itinere, in eo loco ubi iam fines Egypti intravimus relinquentes terras Saracenorum. Nam et ipsud Pithona castrum est, Heroum autem civitas quæ fuit illo tempore, id est ubi occurrit Joseph patri suo venienti sicut scriptum est in libro Genesis, nunc est vicus... nam ipse vicus nunc appellatur Hero. » Il est important de noter que l'on connaissait encore à cette époque la distinction entre Pithom et Héroopolis, la ville sacrée et la ville profane ; l'une était devenue une forteresse, l'autre un village qui avait conservé quelque impor-

tance. M. Gammurini écrit en outre à M. Naville que la voyageuse se rendit de Héro à Ramessès, qui était à vingt milles de là. Ce détail nous montre que le nom de cette dernière ville n'était pas encore oublié au quatrième siècle de notre ère.

La grande stèle en granit de Ptolémée Philadelphe dont nous avons parlé plus haut est relative à la fondation de la ville d'Arsinoé. Elle est extrêmement intéressante; mais il est à regretter qu'elle soit écrite avec si peu de soin, ce qui la rend d'une lecture difficile.

Le haut est occupé par trois scènes d'adoration : dans les deux premières, le roi Ptolémée Philadelphe offre successivement l'image de la déesse *Ma* et deux vases de lait aux dieux du VIIIe nome, Toum, grand dieu de Succoth, Osiris, Horus et Hathor, auxquels il ajoute sa femme et sœur divinisée, la royale épouse et royale sœur, la princesse dame des deux mondes, *Noum ab shou*, aimée des dieux, Arsinoé. Cette reine est ici honorée du double cartouche, faveur qui n'a été accordée à aucune autre, si nous ne nous trompons, et qui montre l'influence qu'elle devait exercer sur son royal frère et époux. Le troisième registre montre Philadelphe présentant l'œil *Out'a* à un roi divinisé, qui ne peut être que son père Ptolémée Soter. Les figures sont traitées avec soin, mais les légendes sont incomplètes. Le texte de l'inscription comprend vingt-huit lignes. Les six premières sont consacrées aux titres du roi et à l'éloge de ses hauts faits. La première ligne est très facile à comprendre, les deux suivantes le sont moins, et la fin de l'introduction est presque complètement inintelligible ; car, au lieu de se composer des lieux communs ordinaires de ces sortes de dédicaces, il y est fait allusion à des faits dont les historiens n'ont pas conservé le souvenir. Le récit commence à la septième ligne et est sculpté avec une si grande négligence qu'il est impossible d'en donner une traduction suivie. On y voit que le roi restaura le temple de Toum à Pithom, qu'il lui en bâtit un à Pikeheret, près de là ; qu'il

fit creuser un canal depuis Pithom jusqu'à la mer (Rouge) aussi loin que *Ro-nif*, littéralement *la porte du vent*, probablement l'endroit où l'on cessait de ramer pour mettre à la voile. Ce lieu paraît avoir eu le nom de *Kam-ouer-ma*, rivage de Kamouer. Philadelphe y fonda eu l'honneur de sa sœur une grande ville qu'il décora du nom d'(Arsinoé), l'illustre fille du roi Ptolémée ; il y construisit un sanctuaire à la déesse qui aime son frère et érigea des statues aux dieux Philadelphes. Les prophètes et les prêtres de Toum, le grand dieu vivant de Succoth, les consacrèrent avec toutes les cérémonies en usage dans la haute et la basse Égypte. Un peu plus loin, il est dit que le premier général de Sa Majesté navigua vers le pays des Nègres, et y bâtit une grande ville au nom illustre du roi, le seigneur de l'Égypte, Ptolémée. C'est la ville de Ptolémaïs Thêron, dans les environs de Souakim, sur les bords de la mer Rouge, que Strabon nous apprend avoir été fondée par Eumède, un des généraux de Philadelphe. De nombreux navires fréquentèrent bientôt le nouveau port de l'Égypte et, dit l'inscription, « l'abondance remplaça la disette ». Les navires de transport amenèrent également par la mer et le canal des éléphants, ce que l'on n'avait jamais vu auparavant sous aucun roi. Puis, après avoir énuméré les revenus accordés par le roi aux différents temples des dieux, la stèle finit par son éloge : « Tous les peuples se courbent devant ses esprits, et toutes les nations étrangères sont sous ses sandales ; il est semblable à Ra éternellement et toujours. »

Bien que cette stèle soit, comme nous l'avons dit, d'une lecture extrêmement difficile, M. Naville est parvenu à en donner le sens général et à déchiffrer des passages importants pour l'état financier du pays sous les rois grecs, et pour la géographie de la basse Égypte. Nous n'avons pas à nous occuper du premier point, qui a déjà donné lieu à des travaux remarquables ; le second seul nous intéresse ici, et nous le traiterons en peu de mots sur les traces du savant égyptologue.

Si, comme nous le croyons avec lui, le nombre neuf, donné par l'inscription trouvée sur les lieux, doit être préféré à celui de cinquante que nous lisons dans le texte de l'*Itinéraire*, il s'ensuit nécessairement que la mer Rouge s'étendait encore sur les lacs Amers jusqu'au quatrième siècle de notre ère. Tous les auteurs de cette époque parlent de Clysma comme du port de la mer Rouge où l'on s'embarquait pour aller de l'Égypte dans l'Inde. Tous les savants, du reste, admettent qu'il fut un temps où le golfe Arabique s'étendait beaucoup plus au nord qu'aujourd'hui ; mais quelques-uns, entre autres Schleiden, reculent cette époque jusqu'aux temps préhistoriques.

La découverte du site d'Héroopolis détruit complètement cette dernière opinion. Tous les auteurs anciens qui ont connu cette ville au temps de sa splendeur sont unanimes pour la placer au fond du golfe Arabique, ἐν μυχῷ τοῦ Ἀραβίου κόλπου, ce que certes ils n'eussent pas fait si à leur époque elle en avait été éloignée de 75 kilomètres, distance qui sépare à vol d'oiseau Tell Maskhouta de Suez.

D'ailleurs, comme M. Naville le remarque avec raison, il n'est pas nécessaire de voyager beaucoup dans le Delta pour s'apercevoir qu'il a dû s'y produire de grands mouvements du sol. Aux environs de Tanis, dans le lac Menzaleh, on voit d'importantes ruines couvertes de plusieurs pieds d'eau, tandis qu'ailleurs des terrains certainement inondés jadis sont actuellement à sec. On sait aujourd'hui que la surface du globe est loin d'être stable, et qu'outre les mouvements brusques causés par les éruptions volcaniques et les tremblements de terre, il y a des mouvements dont les résultats ne s'aperçoivent qu'au bout de longues années. Il est possible et même probable que les seuils de Chalouf et du Sérapéum se sont soulevés peu à peu, et qu'il a été nécessaire d'approfondir et d'élargir les passes pour maintenir les communications entre les lacs et la mer, jusqu'à ce qu'enfin, l'homme cessant de lutter, la nature finit par emporter la victoire.

Il résulte de ce qui précède que ces soulèvements et abaissements du sol durent occasionner d'assez grands changements au rivage nord de la mer Rouge, et y produire des marais et des lacs salés et amers comme on en rencontre sur plusieurs points de la basse Égypte. C'est dans un de ces lacs amers, πικραὶ λίμναι, que, suivant Strabon, Sésostris conduisit les eaux du Nil au moyen d'un canal. Linant-bey remarque avec raison que ces lacs ne peuvent être les lacs Amers d'aujourdhui, lesquels sont trop étendus pour que l'eau d'un canal eût pu en rendre les eaux douces et potables, comme le devinrent celles du lac dont parle le géographe grec.

Ces flaques d'eau salée et amère, qui, d'après la hauteur des marées, étaient tantôt confondues avec le golfe et tantôt s'en trouvaient séparées, paraissent avoir existé dans ces parages depuis les temps les plus anciens. Le vieux papyrus I de Berlin, qui remonte à la XIIe dynastie, nous apprend que Senha faillit mourir de soif au bord du lac Kam-ouer, et qu'il dut son salut à un Sati (nomade) du pays d'Atima, qui lui donna du lait à boire. Le lieu de cette scène, inconnu jusqu'ici, nous est précisé par la stèle de Pithom, qui nous dit qu'Arsinoé fut bâtie au rivage de Kam-ouer ; or toutes les autorités placent cette ville à l'extrémité septentrionale du golfe Arabique. C'est près de là aussi que devait se trouver le pays d'Atima, que Chabas, Rougé et Brugsch ont cru devoir placer dans Édom, mais dans lequel j'aurais préféré voir Adama, l'une des villes de la Pentapole. De plus, Atima rend lettre par lettre le nom de la seconde station des Israélites, Etham, l'hiéroglyphe *main* servant à transcrire aussi bien le *thau* que le *daleth* de l'écriture sémitique. Nous avons déjà dit plus haut pourquoi nous ne pouvions pas admettre l'identification de Brugsch, *Etham*, avec aleph, = *Khetam*, avec khet.

Nous pensons avec Linant-bey que le lac Timsah et les lacs Amers ont fait partie de la mer Rouge pendant les temps historiques. Le même savant ingénieur, qui a étudié

avec soin tout le pays pour l'exécution de ses travaux, croit que les vallées de Saba Bihar et de Abou Balah étaient également couvertes par les eaux et formaient l'extrémité du golfe ; la première de ces vallées s'étend à une dizaine de kilomètres à l'ouest d'Ismaïlia, et l'on voit des traces de l'ancien rivage sur la carte levée à la fin du dernier siècle par la commission d'Égypte.

Le Sérapiu de l'*Itinéraire* n'est nullement le Sérapéum de nos cartes. Ce dernier doit son nom à la commission d'Égypte qui, ayant trouvé des ruines à l'endroit où elle présumait que Sérapiu avait existé, leur donna ce nom qu'elles ont conservé depuis : elles proviennent d'un monument que Darius fit élever en ce lieu, en souvenir des travaux qu'il avait fait exécuter au canal.

Sérapis était, comme on sait, le nom que les Grecs de l'Égypte donnaient à Osiris ; son sanctuaire s'appelait Sérapéum.

Les inscriptions de divers temples nous apprennent que la ville de Pikéhéret, dont il est beaucoup question dans la stèle de Pithom, avait Osiris pour dieu principal ; en outre, on n'a trouvé jusqu'ici aucun autre endroit qui lui fût consacré dans la terre de Succoth. Ce n'est donc pas sans raison que M. Naville pense que Pikéhéret pourrait bien être le Sérapéum de l'*Itinéraire*. Ils étaient tous deux consacrés à Osiris et, quoique leur situation précise soit encore inconnue, nous en savons assez pour croire qu'ils devaient être très rapprochés et probablement se confondre.

Les listes géographiques qu'on lit sur les murs des temples donnent comme chef-lieu du nome An, VIIIe de la basse Égypte, Ἀραβία des Grecs, la ville de Pithom dans la terre de Succoth, mais la remplacent quelquefois par celle de Pikéhéret, également dans la terre de Succoth. Il serait donc bien possible que cette dernière ville fût celle de Phagroropolis, nommée par Strabon seul, qui la place dans ces parages et en fait le chef-lieu d'un nome d'ail-

leurs inconnu, mais que des commentateurs croient être le nome arabique. Cette supposition, émise par M. Naville dans une de ses lettres, me semble devoir être adoptée.

Si nous résumons maintenant en peu de mots les résultats obtenus par les fouilles de ce savant, nous les trouverons des plus remarquables, tant pour la géographie historique de l'Égypte que pour l'explication du récit de l'Exode. Des preuves indéniables nous ont appris la position, incertaine jusqu'ici, du VIIIe nome de la basse Égypte et du pays de Succoth, si importante pour l'histoire de la Bible. Il est vrai que la ville de Ramessès, qui paraissait si bien fixée par Lepsius doit céder la place à Pithom ; mais personne ne regrettera cette perte, en songeant que des inscriptions trouvées sur les lieux nous font connaître sans réplique que Pithom n'est autre que cette Héroopolis, citée par tous les auteurs grecs, qui donna son nom au golfe Arabique au bord duquel elle était située; en outre, une pierre miliaire encastrée dans le mur de la ville démontre que Clysma, le grand port d'Egypte d'où les navires partaient pour les Indes, ne se trouvait qu'à neuf milles romains, soit 13 kilomètres, d'Héroopolis, tandis que les chiffres de l'*Itinéraire* le reculaient au delà de Suez. L'état géologique de l'isthme met hors de doute que jadis la mer Rouge s'étendait beaucoup plus au nord que de nos jours; mais le Dr Schleiden et d'autres reculent cette époque jusque dans les temps préhistoriques ; la découverte des ruines d'Héroopolis et de la situation de Clysma montre qu'ils se trompaient et que nos lacs Amers et même le lac Timsah sont restés encore plusieurs siècles après notre ère des golfes de la mer Rouge. Personne, en effet, ne voudra soutenir que les différents auteurs qui placent au bord de la mer les villes d'Héroopolis, Arsinoé, Clysma, aient voulu dire qu'elles se trouvaient sur un canal. D'ailleurs, toutes les expéditions des pharaons passent le long de la Méditerranée, et Hérodote nous dit que Peluse est

le seul endroit par où l'on puisse pénétrer en Égypte du côté de l'Arabie. De plus Strabon nous apprend que Peluse est la seule route que puisse prendre un voyageur qui vient du pays des Nabatéens, bien que la Nabatée soit contiguë à l'Égypte. On doit conclure de ce que nous venons de dire que toute la partie méridionale de l'isthme était sous les eaux à cette époque. Nous ne prétendons pas néanmoins qu'il n'y eût point de hauts-fonds; le contraire résulte des travaux que les souverains de l'Égypte firent exécuter pour maintenir la navigabilité de cette partie de la mer. Peu à peu cependant le terrain s'éleva de plus en plus, et le seuil de Suez se formant à la longue finit par séparer définitivement la mer Rouge des lacs Amers.

Il ne nous sera pas difficile maintenant de trouver la route qu'ont dû suivre les Israélites à leur sortie d'Égypte. Le centre de leurs établissements était la terre de Gessen, cédée d'abord à leurs pères par le pharaon protecteur de Joseph, et ensuite organisée en nome par le roi Ramsès II. Cette terre comprenait certainement le Wadi Ṭoumilat, qui s'étend des environs d'Héliopolis jusque vers Pithom. Probablement que, par suite de l'augmentation extraordinaire des Israélites, leurs établissements s'avancèrent graduellement vers le nord, et finirent par toucher à la branche tanitique du Nil, comme le croit Georges Ebers ; tel serait le sens des paroles de la Bible : *et impleverunt terram*.

Deux chemins conduisaient de l'Égypte vers la Syrie et la Palestine. Celui du nord, suivi par les pharaons dans leurs expéditions contre l'Asie; l'Écriture l'appelle *via terræ Philistiim*, et dit expressément que les Israélites ne prirent pas cette route. L'autre, qui reçoit dans la Bible le nom de *via deserti*, va directement d'el Arish, *torrens Ægypti*, à la vallée de Saba Bihar au nord du lac Timsah. C'est cette route que prit le patriarche Jacob, et que suivaient les Arabes avant que le canal eût intercepté le passage. C'est aussi le chemin que choisit Moïse.

Prenons maintenant le texte de la Bible : *Profecti sunt filii Israel de Ramesse in Socoth.*

S'il fallait prendre ces deux noms pour des noms de villes, le point de départ resterait indéterminé, le site de la ville de Ramessès n'ayant pas encore été reconnu. Mais il est peu probable que ces stations désignent des villes ; car les deux millions d'émigrants auraient eu peine à s'y loger avec leurs troupeaux ; tout indique que Moïse a voulu parler de pays. Nous lisons en conséquence : Les enfants d'Israël partirent du pays de Ramessès-Gessen pour celui de Succoth, près de Pithom.

Profectique de Socoth castrametati sunt in Etham in extremis finibus solitudinis. Nous avons déjà dit qu'Etham doit être le pays d'Atima, qui s'étendait au nord et au nord-est de la mer Rouge; de là vient que les Nombres donnent le nom de désert d'Etham à celui où les Israélites arrivèrent après le passage de la mer Rouge et que l'Exode appelle désert de Sur. Un texte très mal conditionné du papyrus Anastasi VI nous apprend que la huitième année de Ménephtah,le pharaon persécuteur,des tribus nomades du pays d'Atima obtinrent la permission « de faire paître leurs troupeaux sur les terres du roi aux environs des étangs de Pithom, dans le pays de Sukkoth. » Il est à croire que ce fut après le départ des Israélites.

Sortis des limites de l'Égypte,les Hébreux reçurent l'ordre de Dieu de revenir sur leurs pas et d'aller camper sur le bord occidental de la mer Rouge. *Loquere filiis Israel : Reversi castrametentur e regione Phihahiroth, quæ est inter Magdalum et mare contra Beelsephon : in conspectu ejus castra ponetis super mare.* D'après tout ce que nous savons de l'état des lieux à cette époque, les Israélites durent repasser entre Pithom et la mer pour obéir à l'ordre de Dieu. L'emplacement du camp est minutieusement déterminé : devant Phihahiroth, entre Magdalon (Migdol) et la mer,en face de Beelsephon ; le grand point est de savoir où se trouvaient ces lieux. Il ne peut pas être question ici du

Magdalon de l'*Itinéraire*, proposé par Schleiden et Brugsch; ce dernier s'est empressé de renoncer à cette opinion, à laquelle les dernières découvertes ont donné le coup de grâce. Mais le mot Maktal, Migdol, signifie *tour*, *forteresse*, et nous savons que les pharaons en avaient bâti le long de la frontière un grand nombre, qui se distinguaient par des circonstances locales ou par le nom de leur fondateur ; le Migdol en question doit être un de ces forts, bien connu du peuple qui avait longtemps habité dans les environs ; ses restes n'ont pas encore été retrouvés. Vient ensuite Phihahiroth ; en lisant sur la stèle de Philadelphe le nom de Pikeheret, M. Naville fut frappé de son analogie avec celui de la Bible, aucun autre mot égyptien n'a autant de ressemblance avec ce nom hébreu. Nous savons que, sous les rois grecs, Pikeheret était spécialement consacré à Osiris ; mais jusqu'ici aucun monument du temps de Ramsès II ne parle de cette ville, ni de son sanctuaire, qui pourrait bien ne pas remonter au delà de Philadelphe. Ajoutons toutefois qu'en général les Ptolémées n'innovaient pas; ils réparaient et agrandissaient les temples, restauraient le culte, mais respectaient les usages établis. Il est donc assez probable que Pikeheret et son temple d'Osiris remontent très haut dans l'antiquité. Une autre raison porte M. Naville à identifier les deux endroits : les Septante, qui vivaient sous le règne de Philadelphe, traduisent au lieu de « devant Phihahiroth, » ἀπεναντι τῆς ἐπαύλεως, devant la ferme ; or, dans le passage du papyrus Anastasi que nous venons de citer, le mot que nous avons rendu par *terres du roi* signifie proprement : *maison de campagne, ferme, lieu où l'on élève des chevaux et du bétail*, et, dans la partie embrouillée de la stèle de Pithom, le mot chevaux revient souvent à propos de Pikeheret ; de sorte que l'on pourrait conclure de ce rapprochement que, tandis que le texte hébreu nous donne le nom du sanctuaire, les traducteurs grecs ont préféré parler de la ferme qui s'y trouvait, et qui était peut-être plus connue à leur époque.

Beelsephon est un mot sémitique et désigne un sanctuaire, d'après l'interprétation de tous les commentateurs. Seulement, nous trouvons que c'est à tort qu'ils le placent sur le bord occidental de la mer, nous croyons plutôt avec M. Naville, qu'il se trouvait sur la rive asiatique, et que c'était un haut-lieu où les nomades du pays d'Atima offraient leurs sacrifices. Ces hauts-lieux se rencontrent à chaque pas en Arabie et en Palestine et, comme rien ne change en Orient, ils sont toujours en vénération ; seulement on les attribue à tel ou tel santon musulman qui y aurait son tombeau. Si, comme il y a lieu de l'espérer, on découvre un jour dans ces parages les ruines de Pikeheret et du Migdol de l'Exode, on pourra en conclure que Beelsephon était situé sur la colline qui se trouve vis-à-vis ; mais nous croyons peu vraisemblable que l'on retrouve jamais les restes de cet antique sanctuaire.

De tout ce qui vient d'être dit il résulte clairement, que si le lieu du passage de la mer Rouge n'est pas encore déterminé rigoureusement, il est assez bien circonscrit dans la partie septentrionale des lacs Amers, peut-être même entre ceux-ci et le lac Timsah, comme le suppose M. Naville.

Tout ce terrain était, comme nous l'avons vu, encore couvert d'eau aux premiers siècles de notre ère ; mais, à en juger par les traces de ses rivages marquées sur les cartes, la mer n'y avait guère que deux ou trois kilomètres de large ; ce qui pourrait expliquer comment elle put être franchie en une nuit par plus de deux millions d'hommes accompagnés de troupeaux. M. Naville croit que de temps à autre le vent chassait assez les eaux en cet endroit pour que les nomades voisins vinssent par là pour piller les terres fertiles de l'Égypte, et que c'est pour les en empêcher que les pharaons y avaient construit une forteresse. La manière minutieuse dont Dieu détermine le lieu où les Israélites devront établir leur camp lui paraît fournir une autre preuve à l'appui de cette opinion. Nous ne sommes pas de son

avis; mais, eût-il raison, le miracle n'en existerait pas moins, le vent s'élevant et les eaux se séparant au moment précis où Moïse étendait sa main sur la mer.

Ce qui résulte de plus curieux et de plus inattendu, c'est que le système qui place la scène de l'exode à la hauteur des lacs Amers ne date pas de notre siècle, comme on paraissait le croire, mais qu'il est le plus ancien de tous. Il est déjà préconisé par Eusèbe, Cosmas Indicopleustès et, plus tard, par saint Antonin le martyr, qui tous nous apprennent que les enfants d'Israël traversèrent la mer près de Clysma, ville qui existait encore à leur époque. Elle a disparu depuis que, le seuil du Chalouf s'étant soulevé de plus en plus, les lacs Amers se sont desséchés par l'évaporation, si rapide dans ces régions brûlantes. Il n'est pas étonnant que depuis lors, ne voyant plus arriver les eaux que jusqu'à Suez, on ait cherché le lieu du passage des Israélites au delà de cette ville, et que l'on ait voulu trouver aussi le site de Clysma à l'est et à l'ouest de la mer Rouge, depuis les fontaines de Moïse jusqu'au Ras Atakah situé vis-à-vis.

Dr Louis Delgeur.

LES

POPULATIONS DANUBIENNES

—

ÉTUDES D'ETHNOGRAPHIE COMPARÉE (1)

DEUXIÈME PARTIE

L'ORIGINE DES THRACES.

—

V. — *L'Origine celtique des Thraces.*

Si, comme nous l'avons dit, la parenté ethnique des Thraces et des Germains se présente appuyée de preuves peu plausibles, il y a des arguments plus sérieux en faveur de la provenance celtique des populations danubiennes.

En effet cette opinion a pour elle des autorités respectables. Elle est défendue par M. Frédéric Müller, l'éminent ethnographe viennois (2), par M. Jean Maiorescu, un des écrivains qui ont le plus contribué à la renaissance littéraire du roumain (3); par M. Ackner, le savant épigraphiste des régions danubiennes (4); par M. Mone, l'illustre

(1) Voir, janvier 1885, p. 135 ; avril 1885, p. 381 et juillet 1885, p. 56.

(2) Dans ARCHIV DES VEREINS, F. SIEBENBURG. LANDESKUNDE, 1858, l'article intitulé *Die Bronzealterthümer in Siebenbürgen.*

(3) Cité par Roesler, *Dacier und Romänen*, p. 31.

(4) Voir *Die römische Inschriften in Dacien.*

historien anglais (1) ; par M. Henri Martin, le célèbre historiographe de France (2); et par M. Guillaume Lejean, un des premiers qui aient débrouillé l'ethnographie de la péninsule balkanique (3). Au Congrès de géographie de Paris, MM. Ilowaïsky et Obédénare déclaraient tous deux voir des tribus celtiques dans les Daces et les Thraces (4). On sait du reste que M. Obédénare retrouve les Celtes sur une vaste zone de l'Europe s'étendant depuis la Basse-Bretagne jusqu'à la mer Noire. « Cette zone ou lande, comprenait l'Armorique, le Berry, le Limousin, l'Auvergne, le Languedoc, le Dauphiné, la Savoie, l'Alsace du Midi, la Bavière méridionale, les Grisons, le Tyrol autrichien, l'Istrie, la Carniole, la Slavonie, le Banat, la Transylvanie, la Roumanie, une partie de la Serbie, la chaîne du Pinde et l'Acarnanie » (5). Enfin, tout récemment, M. de Rosny, dans son œuvre monumentale, avouait que « la théorie suivant laquelle les Gètes auraient occupé un pays peuplé par un élément gaulois est très vraisemblable, et c'est tout au plus si on n'est pas amené à les considérer eux-mêmes comme de véritables Gaulois (6) .»

Ne faut-il pas prendre au sérieux une thèse patronnée par de si hautes autorités ? Le lecteur doit donc nous permettre ici encore une discussion de détail.

Cette fois, la controverse s'agite presque exclusivement sur le terrain archéologique et linguistique. On produit aussi, malgré le mince appoint que les classiques fournissent aux celtomanes, quelques textes de Diodore de Sicile, de Strabon, de Pline et de Plutarque (7). D'après

(1) *Celtische Forschungen.*
(2) *Histoire de France*, 4e éd., pp. 241, 476.
(3) *Ethnographie de la Turquie d'Europe.*
(4) *Compte rendu des séances*, t. I, pp. 398-401.
(5) *Les Celtes de l'Europe orientale,* p. 1.
(6) *Les Populations danubiennes*, p. 142.
(7) Voir Obédénare, *Congrès des sciences géographiques à Paris. Compte rendu*, t. I, p. 400.

ces auteurs, les régions qui constituent aujourd'hui la Roumanie étaient, au IIIe, IIe et Ier siècle avant notre ère, encore occupées par les Gaulois. M. Ilowaïsky cite également le témoignage d'un historien byzantin qui, en parlant d'un général romain du IIIe siècle, dit qu'il était Dace et l'appelle *Keltas*.

Le nom donné aux Roumains par tous les peuples, nom identique à celui des Gaulois, est aussi invoqué comme preuve du caractère celtique des Thraces et des Daces dont les Roumains descendent. Les Slaves les nomment *Valaques*, *Vlaques* (1), or cette même appellation ils l'appliquent aux habitants de la Gaule. Les Germains également se servent des termes *Walach*, *Welch*, *Wälsch*, pour désigner les Roumains, et les Polonais disent *Woloch ;* or on sait que ce nom est en même temps donné par les Germains et les Polonais aux Français, aux Italiens, en un mot à tous les Gallo-Romains (2). Dans le même ordre d'idées, nous pouvons citer la *Chronique* de Nestor du XIe siècle, qui appelle *Voloshi* aussi bien les Francs que les Italiens et les Roumains.

Entendons maintenant les preuves archéologiques de M. Frédéric Müller. En 1858, le savant ethnographe étudiait l'âge de bronze en Transylvanie (3). On y avait découvert des haches nombreuses rappelant le type connu des armes de bronze laissées par les Celtes dans toutes les contrées qu'ils avaient traversées. Il n'en fallut pas davantage pour donner à M. Müller l'idée d'identifier les Daces et les Thraces avec les Celtes.

Depuis cette époque les découvertes archéologiques se sont multipliées pour corroborer l'assimilation ethnique des Gaulois et des Daces. M. Obédénare signale en Rou-

(1) *Valach*, *Vlach*.

(2) Les Magyars ont *Olah* pour les Roumains, *Olasz* pour les Italiens. Voir E. Picot, *Les Roumains de la Macédoine*, p. 5 et Diefenbach, *Die Volksstämme der europäischen Türkei*, p. 55.

(3) Voir l'article cité plus haut.

manie les nombreux tertres funéraires appelés *Movile gargans* (1). Ce sont des tertres à ossements semblables en tout aux sépultures gauloises. Ensuite n'a-t-on pas trouvé à Vodastra, à dix kilomètres du Danube, dans le département de Romanati, des vases gaulois, mêlés à des vases italiens ? Ces vases, figurés sur une planche lithographiée, ont été mis sous les yeux des membres du groupe IV *(Géographie historique et histoire de la géographie, ethnographie, philologie)* au Congrès de géographie de Paris, à la séance du 9 août 1875. M. le Dr Obédénare affirme que M. Alexandre Bertrand, directeur du musée de Saint-Germain, a reconnu dans quelques-uns de ces vases tous les caractères de la poterie gauloise.

Enfin, M. Obédénare a présenté à la Société d'anthropologie de Paris deux crânes trouvés dans des tombeaux anciens, et montrant tous les caractères des crânes gaulois. Fortement dolichocéphales, ils ne ressemblent en rien aux crânes des Slaves, des Albanais et des Bulgares.

Nous croyons que M. Obédénare fait ici allusion à la découverte d'Alexandropol dans la Russie méridionale (gouvernement de Jekaterinoslaw) à quelque 60 ou 70 verstes de la rive droite du Dniéper (2). Cette nécropole a mis à nu cinq crânes scythes. Elle a été étudiée avec beaucoup de soin par M. K. E. von Baer (3). Le savant anthropologiste a trouvé dans les crânes d'Alexandropol deux types distincts : il y en avait trois brachycéphales et deux

(1) *Compte rendu du Congrès de géographie*, t. I, p. 400. Le terme de *gargan* est identique à celui de *Kurgan* dont se servent les anthropologistes allemands. Il ne faut pas confondre ces tertres à ossements avec les *Reihengräber* ou sépultures en séries, si nombreuses en Allemagne et qu'on attribue aux Francs et aux Alemans. Le mot *Kurgan* est turc, il signifie élévation, colline, et dérive de la racine *kur*, élever. Voir Vambéry, *Das Türkenvolk*, p. 25. C'est à tort que M. von Köppen (*Ueber Tumuli in Russland*, p. 2) dérive *Kurgan* du persan *kur* (tombeau) et de *chane* (maison). Quant au terme que M. Obédénare écrit *Movile*, c'est le russe *Mogila*, en turc *Magila* qui a le même sens que *Kurgan*.

(2) Penka, *Origines ariacæ*, pp. 25-27.

(3) Archiv fur Anthropologie, t. X, p. 215 ; t. XI, p. 173.

dolichocéphales. Ce sont ces derniers que M. Obédénare rattache à la race celtique ou plus exactement aux Celto-Scythes du nord de la Scythie. Au point de vue de l'origine celtique des populations danubiennes, c'est la même chose ; car, nous le verrons plus loin, dans les idées de MM. Obédénare et de Rosny, les Scythes ont été fortement imprégnés de sang gaulois.

Ces caractères celtiques, révélés par l'archéologie et par l'étude des crânes anciens dans l'ethnogénie des races danubiennes, M. Obédénare les signale persistant jusqu'à nos jours, et il affirme que « l'anthropologie trouve une similitude entre les caractères des Valaques et ceux des Celtes de la haute Italie, du Languedoc et du Limousin ». Cette observation a été confirmée par M. de Rosny, qui parle d'expérience en ce qui concerne la population rurale de la Roumanie du nord-ouest qu'il a particulièrement visitée, et aussi celle de la Transylvanie d'après les renseignements qu'il a pu obtenir (1).

A en croire M. Frédéric Müller, les ressemblances somatographiques des Daces et des Celtes sont déjà perceptibles, voire même très accusées, si l'on compare les guerriers danubiens des bas-reliefs du monument de Trajan avec les descriptions que les historiens nous ont laissées des Celtes. Il est vrai, et cette observation n'est pas de nature à donner grand poids à l'argument de M. Müller, que M. Obédénare a déja invoqué, en faveur de l'origine pélasgique des Daces et des Thraces, la similitude parfaite (?) des Daces de la colonne Trajane avec le type physique des Hellènes.

M. Frédéric Müller exploite aussi, comme preuve de sa thèse, la rapide colonisation des Daces par les Romains. C'est un fait que nous trouvons souvent invoqué pour en induire la provenance celtique de certains peuples. Il est relevé par M. Ilowaïsky qui écrit : « C'est partout où se

(1) *Les Populations danubiennes*, p. 179.

rencontrait l'élément celtique que l'influence latine avait le plus de prise » (1), et nous le verrons tout à l'heure érigé en dogme ethnographique par M. Casting.

Avec l'argument linguistique on entre de plain pied dans la celtomanie, et l'on sait si les celtomanes ont pratiqué le jeu de mots étymologique. Heureusement il suffira de citer pour réfuter. Tout cela tombe de son propre poids.

D'abord, M. Ilowaïsky se demande d'où vient que la langue roumaine appartienne au groupe des langues romanes ? Et il semble insinuer que cette question lui paraît insoluble en dehors de la provenance celtique des Daces. Il se demande encore comment se serait formée et conservée cette langue si isolée, si séparée, par la situation géographique et les destinées historiques du peuple qui la parlait, des autres branches romanes ? Surtout quand on songe aux invasions de toute race et de toute langue qui ont ravagé la vallée du Danube. Cela prouve que dans l'ancienne Dacie il y avait un élément vigoureux de résistance. Or, comme on n'en imagine pas de plus fort que le fonds même de la race, M. Ilowaïsky conclut implicitement que, si le roumain a survécu à tant de désastres, il devait plonger ses racines dans le caractère celtique du peuple qui le parlait.

Ces considérations générales, on le pense bien, n'ont pas suffi à l'érudition des partisans des Daces celtes. Voici quelques échantillons des rapprochements linguistiques tentés par MM. Mone et Maiorescu. A entendre ces auteurs, la toponymie de la Dacie reproduit, presque mot pour mot, le vocabulaire géographique de l'ancienne Gaule celtique.

Aixi = *Axona* (l'Aisne),
Aquincum = *Agedincum* (Sens),
Arcidava = *Artiaca* (Arcis),
Buceci = *Vocetius Mons* (en Rhétie, Cfr Tacite),

(1) *Compte rendu du Congrès international de géographie de Paris*, t. I, p. 400.

Clusiu (Klausenburg) = *Clusium* (en Étrurie),
Desiu = *Desio* (Lombardie),
Deva (Transylvanie) = *Deva* (Devonshire),
Giurgia, *Giurgevu* = *Gergovia* (Cfr César),
Κοτήνσιοι = *Cottii* (peuplade des Alpes),
Maramurasu = *Marimorusa* (cymbrique, Cfr Pline),
{ *Œscus* / *Iscus* } = { *Osca* (en Espagne, Huesca), / *Isca*, }
Πατρίδαυα = *Petrocorii* (Périgueux),
Rusiava (Orsava) = *Riussiava* (localité celte du Norique, voir Pline),
Temes, *Timis* (fleuve) = *Tamesis* (Angleterre),
Utis = *Otis* (aujourd'hui le Lot).

Citons encore les étymologies suivantes proposées par M. Mone.

Agathyrsi = *aga*, colline, et *vors*, soldat,
Bucuntius fluvius = *gun*, courant,
Dravus = *dear*, grand et *abh*, fleuve,
Gigemoros = *coiche*, colline, et *mór*, grand,
Ister = *dear*, grand, et *uisg*, eau,
Margus = *morg*, fleuve,
Marisius = *mór*, grand, et *uisg*, eau,
Singidava = *ing*, promontoire, et *si*, petit,
Tibisius = *di*, petit, et *uisg*, eau,
Zyras, = *suir*, *dur*, ruisseau.

Voici peut-être quelques remarques plus sérieuses. Nous les empruntons à M. Obédénare. On trouve, d'après cet auteur, dans la langue roumaine quelques mots celtiques (*melc*, colimaçon ; *mur*, *mare*, grand, etc.). Sur les bords du Danube se rencontrent des villes qui eurent autrefois un nom gaulois : *Sextodunum*, *Quintodunum*, *Dorostorum*, *Noviodunum* (1).

(1) *Compte rendu du Congrès de géographie de Paris*, t. I, p. 400. M. Obédénare oubliait de citer un nom de ville très caractéristique pour sa

MM. Mone et de Rosny croient aussi pouvoir rapprocher du celtique quelques-uns des noms de plantes du glossaire botanique de Dioscoride.

En dace, l'ortie se nomme θύν, δύν, et M. Mone compare à ce terme le celtique *dynad* (1).

M. de Rosny, après Zeuss (2), fait remarquer que dans le nom dace de la quintefeuille, προπέδουλα, le dace δουλα rappelle le gallique *doula*, correspondant exact du grec φυλλόν et du latin *folium*. Ce n'est pas tout, le premier élément προπέ est voisin du gaulois *pempe*, qui veut dire cinq. « On est ainsi tenté de croire, ajoute M. de Rosny, que les Daces avaient fait des emprunts à la langue des habitants celtiques du pays ou l'avaient peut-être même adoptée en partie (3) ».

Nous l'avons déjà dit ; il serait superflu d'insister sur la réfutation des étymologies celtiques ou plutôt des jeux de mot de MM. Maiorescu et Mone, dont nous avons donné plus haut quelques spécimens.

Mais arrêtons-nous un instant à répondre à MM. Obédénare et de Rosny. Les noms de villes *Noviodunum*, *Dorostorum*, *Quintodunum*, *Sextodunum*, allégués par le premier, ont bien un cachet celtique ; si toutefois on en excepte *Dorostorum*. Nous avons déjà montré, avec M. Tomaschek, à propos du mot *Pistyrus* cité dans la première partie de ces études, que la terminaison *-storon (Gestistyrum)*, -στύρος, -στύρας et -στούρια, correspondant au sanscrit *sthâvâra*, est tout à fait propre à l'idiome thrace.

Quant aux noms de *Noviodunum*, *Quintodunum*, *Sextodunum*, il est à remarquer que la terminaison seule appar-

thèse : *Piroboridava*, où *dava* est dace, mais *Pirobori* probablement celtique. Voilà, semble-t-il, le celto-dace pris sur le fait ! Pour l'existence de *Pirobori*, voir *Inscrip. Rhen.*, ed. Brambach, no 315.

(1) Cité par Roesler, *Dacier und Romänen*, p. 33.

(2) Zeuss, *Grammatica Celtica*, q. 325.

(3) *Les Populations danubiennes*, p. 143.

tient au celtique, tandis que la première partie du mot est du pur latin. On peut donc aisément expliquer la présence de ces noms propres dans la toponymie dace par ce fait que, parmi les colons amenés par Trajan sur le sol de la Dacie, se trouvaient des Gallo-Romains. Il y a pour ce fait, sinon des documents positifs, du moins des indices très plausibles.

On sait, en effet, que l'élément colonisateur de Rome consistait surtout en vétérans de vingt et de vingt-cinq ans de services, qui demeuraient souvent cantonnés de longues années dans la même province. Or les troupes auxiliaires étaient un ramassis de toutes les nations soumises à l'empire, des Germains, des Hérules, des Bructères, des Saliens, des Alains, des Gépides, des Lombards, des Gaulois. Ces derniers, avec les Espagnols, formaient sous l'empire le plus fort contingent des cohortes auxiliaires.

Pour ce qui concerne la Dacie, nous savons par l'histoire que la colonisation en fut confiée à la XIIIe légion, nommée *Gemina*, cantonnée sous Trajan à Apulum, et à la Ve, en garnison depuis Septime Sévère à Zarmizegethusa (1). Si nous pouvions retrouver la composition ethnique de ces légions, peut-être y constaterions-nous la présence des Gallo-Romains, et nous pourrions avec fondement leur attribuer les noms gaulois qui apparaissent dans le vocabulaire géographique des Daces. N'est-ce pas d'une façon analogue que nous avons rendu compte de l'introduction dans le langage daco-romain d'éléments helléniques? Nous savons du reste, à n'en pas douter, que le plus grand nombre des noms de villes fournis par la Table de Peutinger, par les inscriptions romaines et même déjà par Ptolémée, sont de date relativement récente et que très peu appartiennent à des localités daces. Ce sont la plupart du temps des colonies fondées par des Italiens, des Illyriens, des Asia-

(1) Voir Roesler, *Romänische Studien*, p. 86; et Jung, *Römer und Romänen in den Donauländern*, pp. 40-55.

tiques, en un mot par tous les peuples qui se sont, dès les premiers siècles de notre ère, disputé le sol de l'ancienne Dacie (1).

Ces considérations générales, qui évidemment ne sont pas sans valeur, trouvent une confirmation dans le fait suivant, que nous signale une inscription latine (2). Il devait y avoir des auxiliaires Gaulois en Dacie, puisque cette inscription parle d'un certain C. Julius, préfet de la septième cohorte des Gaulois : C. IVLIO. C. FIL. THEVEST. CORINTHIANO. PRAEF. CO. VII GALL., etc.

En tout cas, on ne sera jamais autorisé à voir des Celtes dans les Daces parce que trois noms de villes daces accusent une physionomie semi-celtique. Il est évident que ces trois mots ne sauraient contrebalancer une toponymie qui pour le reste a des caractères d'originalité tout à fait propres. Si le Dace était un Celte, qu'on explique pourquoi sur le territoire celtique on ne rencontre jamais un nom de ville à la désinence *-dava*, que nous savons être caractéristique du dace ? Qu'on nous dise aussi pourquoi chez les Daces n'apparaissent nulle part les vrais suffixes celtiques *-bona*, *-durum*, *-magus*, *-nemetum ?* Sans doute, on cite *bria*, que l'on prétend assimiler au gaulois *-briga*, *-bria*, *-briva*. Mais, faut-il le répéter encore, cette assimilation n'est pas heureuse. Βρία était un mot thrace ayant, les anciens l'affirment, sa valeur propre et déterminée. Strabon, Hésychius et Étienne de Byzance nous apprennent que βρία signifiait « ville ».

Maintenant, que penser des rapprochements de θύν, δύν avec *dynad*, de *propedula* avec le gaulois *pemp*, l'armoricain *pemp ?* Nous ajouterons même que, dans ce dernier mot, on peut parfaitement rapprocher le dace *dula* « feuille » du gaulois *dâl*, *dail*, en irlandais *duille*. En effet, ces iden-

(1) Voir Tomaschek, *Les Restes de la langue dace*, dans le MUSÉON, t. II. p. 401.

(2) Mommsen, *C. I. L.*, t. III, n° 1193.

tifications sont admises par M. Roesler, qui rejette pourtant l'origine celtique des Daces (1).

Pour notre part, nous sommes très peu convaincu de la légitimité des rapprochements tentés entre δύν et *dynad*, *propedula* et *pempedoula*. Nous partageons sur ce point toutes les défiances de M. Tomaschek, qui a scientifiquement écarté ces assonances fortuites (2).

Quant à δύν, la dérivation proposée par Leo, qui tire ce mot du sanscrit *du* « brûler », est bien plus plausible. Il a été remarqué en effet que, dans bon nombre de langues, l'ortie emprunte son nom à une racine qui signifie « brûler ».

Pour ce qui regarde *propedula*, M. Tomaschek fait observer que dans aucune langue indo-européenne προπο, προπε ne peut signifier cinq (3). En effet, nulle part ce nom de nombre ne prend la liquide *r*, comme on peut en juger par le tableau suivant :

Pancan (*panc*, *panj*) = aryaque (sanscrit et zend),
fondz = ossète,
hink, = arménien,
penki = lithuanien,
peeci = letton,
pety = ancien slave,
πέντε = grec,
πέμπε = éolien,
pesë = albanais,
pomtis = osque,
quinque = latin,
cûig = gaélique
cõic = cymrique,
pimp, *pump*, *pum* = dialecte de Cornouailles,
pymp = breton,
pemp, = gothique,

(1) *Dacier und Romänen*, p. 85.
(2) Muséon, t. II, p. 398.
(3) Muséon, t. II, p. 397.

fimf = ancien haut-allemand,
fünf = moderne haut-allemand,
fif, *five* = saxon, anglais (1).

Du reste, M. Roesler avait si bien pressenti cette objection que dans προπε de προπεδουλά il voit une faute pour πνοπε, métathèse de πονπε. Malheureusement, tous les manuscrits des gloses de Dioscoride donnent προπε. Cette erreur de copiste est donc une simple conjecture.

Mais, si dans *prope* il ne faut voir aucun vestige du nombre cinq, il est évident que le mot dace *propedula* ne peut avoir signifié « à cinq feuilles », comme le mot gaulois. M. Tomaschek croit que nous avons ici une prononciation assombrie de *prapadila* « pied de devant » (2). On peut comparer le nom probablement thrace de la plante alpestre πραπάδιλον (3), qui doit se rattacher au sanscrit *prapada* avec la terminaison thraco-dace *-la*, *-ila*, fréquente surtout dans les noms botaniques (4).

Reprenons maintenant quelques-uns des arguments de MM. Müller et Obédénare.

Faut-il attacher une grande importance aux textes de Diodore, de Strabon, de Pline, et surtout à celui de l'historien byzantin qui infère du nom *Keltas* d'un général dace l'origine celtique des populations danubiennes? Tout au plus, ces témoignages, ainsi que les influences artistiques attestées par les découvertes de l'archéologie,

(1) Cfr Diefenbach, *Die alten Völker Europas*, p. 395.

(2) Ce n'est pas là une simple conjecture. En effet M. Tomaschek aurait pu appuyer sa manière de voir sur la variante προποδιλά citée par Diefenbach, *Die alten Völker Europas*, p. 395. D'après ce que nous avons dit de l'assourdissement normal en thrace et en dace de *a* en *o*, προποδιλά correspond exactement à la forme hypothétique *prapadila* restituée par M. Tomaschek.

(3) Voir Dioscoride, IV, 121. Édition de Sprengel, p. 608.

(4) Citons πριαδήλα, δουωδηλά, τευδιλά, φιθοφθεθελα, καροπίθλα, βουδάθ/α, *drocila*, *dochela*, μόζουλα, τουλβηλά, *stirsozila*, κοικοδιλά, ἄρσελα.

peuvent-ils faire conclure que les Daces ont subi des infiltrations celtiques. C'est tout ce que nous pouvons accorder à MM. Müller et Obédénare, les faits ne permettent pas davantage et interdisent d'aller plus avant.

A notre sens, la solution ethnographique qui retrouve des Celtes dans les Daces n'est pas radicale et ne porte pas sur l'origine première de la race.

On comprendra aussi que l'étonnante rapidité de la conquête romaine sur le Danube nous paraisse aisément explicable par toute autre hypothèse que celle qui se réclame de la facile soumission de l'élément celtique à la domination romaine. D'abord est-il tout à fait exact de dire avec M. Ilowaïsky que sur le celte le latin avait le plus de prise ? L'histoire atteste que l'élément celtique ne fut pas toujours et partout également réductible. Il suffira de rappeler, avec M. von Gutschmid, qu'en Bretagne, sur un sol celtique, la romanisation attendit quatre siècles avant d'être complète (1). Et, en particulier, la Dacie se rendit-elle si promptement ? Il n'entre pas dans notre plan de retracer les péripéties d'une lutte sanglante de plusieurs années. Retenons-en ce trait qui suffit au point spécial que nous cherchons à démontrer ici : ce fut après avoir disputé chaque ville, chaque village, chaque pouce de terrain, qu'acculés enfin dans un suprême refuge entre la Transylvanie et la Valachie, et dans l'impuissance de résister plus longtemps, les Daces livrèrent aux flammes leurs huttes et leur dernière ville, que leurs chefs s'empoisonnèrent et que Décébale leur roi se poignarda.

Que dire de l'argument qui prétend que le titre de *Valaques (Wälsch, Walach)* a désigné des populations exclusivement celtiques ? Ce n'est pas le lieu de refaire ici l'histoire de cette dénomination ethnique (2). Mais on démontrerait sans peine que, dans la pensée des peuples qui

(1) *Litter. Centralblatt*, n° du 21 octobre 1876.

(2) M. E. Picot la résume dans son intéressant travail, *Les Roumains de la Macédoine*, pp. 4-6.

l'appliquaient à d'autres nations, ce terme équivalait à celui de *roman*. Cette conjecture se fortifie du fait que les Valaques se donnaient le nom de *Romëni* (1) : s'ils reçurent de l'étranger un autre nom, celui de Valaques, ce pouvait être à cause de leur dialecte roman. Sans doute, il est possible que, dans la pensée des Germains et des Slaves, les Roumains se confondaient avec les Celtes ; cette confusion pourtant ne doit pas fonder une preuve. Bien plus, il ne nous paraît pas démontré que le terme *Valach*, *Vlach* est phonétiquement identique à celui de *Gal*, *Gwal*, *Walh*, *Walus*. Cette assimilation est fort discutable ; Kuhn (2), Curtius (3), et M. Hasdeu (4) l'ont combattue pour proposer à sa place d'autres étymologies,

Avec M. de Rosny, nous faisons les plus grandes réserves au sujet des données anthropologiques invoquées par M. Obédénare. Ici plus qu'ailleurs les apparences sont trompeuses. Qu'on en juge. A Giurgiu, M. de Rosny avait été très frappé de rencontrer quelques types celtes très prononcés. Mais, après information, il apprit « que ces Bretons du Danube étaient des Bulgares et non des Roumains (5). » S'il fallait donc se fier au criterium de M. Obédénare, voilà les Bulgares également assimilés aux Celtes. La découverte d'Alexandropol est loin d'être concluante ; ses données des plus incertaines ne fournissent que des hypothèses qu'il est bien difficile de prendre au sérieux. Du moins tel est l'avis d'un savant roumain, M. Tocilescu (6). « En résumé, dit M. de Rosny, l'anthro-

(1) Ou aussi *Rumëni*. En roumain, les Romains sont appelés *Romanu* ou *Ròmlén* (prononcez *Rëmlean*). Le terme consacré pour désigner la Roumanie est *tséara rëmenéascë*, c'est-à-dire *terra romanesca*. Voir L. Diefenbach, *Die Volksstämme der europäischen Turkei*, p. 54.

(2) *Zeitschrift für vergleichende Sprachforschung*, t. II, pp. 252, 263.

(3) *Griechische Etymologie*, éd. de 1869, p, 540.

(4) *Istoria critica a Româniloru din ambele Dacie*, t. I, pp. 38 et suiv.

(5) *Les Populations danubiennes*. p. 179.

(6) Dans l'article *Dacia inainte de Români*, publié par les ANNALELE SOCIETATEI ACADEMICE ROMANE, t. X, pp. 500-502 et cité par M. de Rosny, *Les Populations danubiennes*, p. 180.

pologie ne nous apporte que de très maigres ressources pour élucider le problème qui nous occupe, et jusqu'à présent ces ressources ont le défaut de pouvoir servir également aux théories les plus diverses et parfois même les plus contradictoires (1). »

Ce que nous avons dit jusqu'ici constitue l'histoire déjà ancienne du celtisme des populations danubiennes. Mais, de même que nous avons vu la thèse de l'origine germanique des Thraces défendue en ces deux dernières années par de nouveaux champions, ainsi leur provenance celtique a aujourd'hui un regain d'actualité par les travaux de MM. de Rosny et Castaing. Ces travaux sont tout récents : il faut donc bien les examiner avec quelques détails.

Les indices historiques recueillis sur le problème de l'origine celtique des populations danubiennes portent à croire, d'après M. de Rosny, « qu'à une époque reculée ce n'était pas un seul, mais deux éléments galates qui étaient en lutte sur le sol même de la Moldo-Valachie : l'élément celte proprement dit et l'élément kymri (2). »

En effet, le savant ethnographe fait observer que les Celtes étaient fixés dans la contrée dès le IVe siècle avant notre ère ; car, à cette époque, Alexandre les rencontre sur son chemin, quand il traverse la Dacie pour gagner le pays des Scythes. Sur sa carte ethnogénique des principales migrations dans la péninsule des Balkans (3), M. de Rosny a tracé plusieurs itinéraires probables des migrations celtiques. Il incline même à croire que ces migrations n'ont pas été les seules. Ainsi quand, sous la domination macédonienne, trois hordes gallo-kymriques, les *Trocmes*, les *Tolistobojes* et les *Tectosages*, venues du nord-est de l'Europe, se jetèrent par l'Hellespont sur le royaume de Phrygie, qu'elles démembrèrent pour établir un empire

(1) *Ibid*, p. 180.
(2) *Ibid*, p. 143.
(3) *La Patrie des Romains d'Orient*, Atlas, carte n° 3.

galate sur les bords du Sangarios, ces hordes gauloises passèrent évidemment par la région du Danube.

Eh bien, on retrouve l'élément celte dans la vallée du Danube au IIIe, au IIe et au Ier siècle avant notre ère. Et cela non à l'état nomade ou vagabond, « mais bien au contraire comme un vigoureux rameau ethnique, qui avait plongé dans le sol de profondes racines, constitué un État florissant et créé une civilisation relativement avancée (1).

» Or, continue M. de Rosny, c'est un siècle plus tard, — au Ier siècle de notre ère — que les auteurs grecs et latins, en nous parlant de la contrée, ne nous y montrent plus que les Gètes et les Daces. Est-il admissible que le contingent celtique si important, qui s'y était établi depuis plus de quatre cents ans, ait disparu tout d'un coup, d'une façon tellement inaperçue, que les historiens de l'antiquité n'aient pas eu l'occasion de nous en entretenir ? Et n'est-il pas plutôt croyable qu'ils nous ont parlé d'un seul et même peuple, sous les noms différents par lesquels les circonstances le leur avaient fait connaître ? »

M. de Rosny se rallie donc entièrement à la manière de voir de M. Obédénare qui, à ses yeux, défend sur l'origine des Roumains la théorie la plus plausible. Si M. de Rosny ne fait pas appel à tous les arguments linguistiques dont nous avons donné des échantillons plus haut, il va très loin dans cet ordre d'idées. « Tout en hésitant, dit-il, à faire usage du système de philologie ethnographique de M. de Hauslab », il ne considère pas comme impossible l'analogie phonétique entre le nom de *Gètes* et celui des *Keltes* et des *Galates*. Du moins, si le rapprochement doit être accepté avec réserve, est-il aussi solide « que la plupart de ceux qui servent aux linguistes pour imaginer des liens de parenté et de filiation entre les peuples. »

Ajoutons cependant, pour être exact, que M. de Rosny

(1) L. de Rosny, *Les Populations danubiennes*, p. 143.

est très loin de prétendre que les Gètes fussent de purs Gaulois, des Gaulois-Celtes. Il reconnaît en eux la résultante d'un mélange de Celtes et de Scythes. Ce fut l'élément celte qui domina les Daces, et d'après M. de Rosny il serait, même aujourd'hui, l'élément le plus considérable de la population roumaine. Essentiellement producteur, il s'adonne à la vie pastorale et à l'agriculture. Aussi, c'est parmi les montagnards des Carpathes que M. de Rosny a retrouvé les plus chauds partisans de la nationalité roumaine.

Quant aux Scythes, ils formaient un peuple mixte, composé en partie de Slaves, en partie de Germains et même en partie de Gaulois. Voilà comment M. de Rosny analyse le composé ethnique des Scythes. Quant aux Gaulois qui entraient dans ce composé, c'étaient surtout « des Kymris guerriers et dominateurs, qui avaient repoussé dans les montagnes leurs congénères celtes, moins turbulents, plus faibles d'ailleurs, plus travailleurs, plus aisément asservis (1). »

Pour discuter plus facilement l'opinion de M. de Rosny, essayons d'en ramener les données à quelques arguments principaux.

M. de Rosny argue d'abord du témoignage des écrivains classiques qui, pendant quatre siècles, nous montrent les Celtes établis sur les rives du Danube et puis tout à coup, au 1er siècle avant notre ère, parlent des Daces comme occupant les mêmes régions.

Ensuite M. de Rosny assimile les Gètes aux Scythes, qu'il prétend avoir été fortement imprégnés de sang gaulois. « Certaines particularités relatives aux Scythes permettent d'y voir des Celtes aussi bien et mieux que des Slaves. » Parmi ces particularités, M. de Rosny, d'ailleurs si incrédule en fait d'étymologie, signale le nom même que les

(1) *Les Populations danubiennes*, p. 145.

Scythes se donnaient, Σκολότος, *Scolotes*, qui renferme les mêmes consonnes radicales que celui des *Galates* et des *Keltes*.

Voilà, réduite à ses vraies proportions, la théorie de M. de Rosny. Nous avons brièvement, mais exactement indiqué les deux arguments de l'auteur. Mais ces arguments nous ont peu ou point convaincu.

Nous ne nions pas que les Gètes aient pu être en contact avec des Celtes, surtout au nord-ouest, et que des écrivains classiques, peu nombreux d'ailleurs — on en cite quatre au plus (1) — aient signalé la présence de colonies gauloises dans la région danubienne. Mais il ne nous paraît pas ressortir de ces témoignages de l'antiquité que le contingent celtique fût, comme le pense M. de Rosny, important, prépondérant et dominant. Si l'histoire nous autorise à admettre l'infusion du sang gaulois dans les veines des Daces, elle ne permet pas de conclure à la provenance celtique des populations danubiennes.

Du reste ces témoignages historiques ne prouvent rien pour la question d'origine. Ils attestent simplement le fait, d'ailleurs très connu, d'invasions gauloises dans l'Europe orientale. M. l'abbé Duchesne, par exemple, a décrit avec beaucoup d'érudition les incursions des Gaulois-Scordisques en Macédoine, et signalé la présence des Gaulois sur les rives du Danube pendant trois siècles avant J.-C. (2).

Quant à l'origine celtique des Scythes, c'est là une théorie déjà ancienne de Roget de Belloguet, que M. de Rosny a reprise pour son compte. Nous ne pouvons donc pas nous attarder à en refaire la réfutation (3). Enfin

(1) M. Fligier, *Zur prähistorischen Ethnologie der Balkanhalbinsel*, p. 61, cite Strabon et Ptolémée qui signalent en Dacie les Scordisques-Celtes, οἱ Σκορδίσκοι καλούμενοι Γαλάται. Cfr Florus, III, 4 et Appien III, 3. Tite-Live, XLV, 30, constate la présence de Gaulois en Thrace : *tertia regio.... habet....incolas quoque permultos Gallos et Illyrios.* »

(2) Revue archéologique, nouvelle série, t. XXIV, 1875, pp. 6-21.

(3) Voir sur l'ethnologie des Scythes l'excellente étude de M. Rawlinson. *Herodotus*, t. III, pp. 187-201.

M. de Rosny ne semble pas très fixé sur le vrai caractère ethnique des Scythes. A un autre endroit de son ouvrage, il admet que, s'il faut reconnaître dans les Scythes le résultat du mélange de plusieurs races, les Scythes appartiennent en général à la branche éranienne. « Les mots de leurs langues que les anciens nous ont conservés s'expliquent surtout par des racines zend, et la donnée suivant laquelle leur principale divinité appelée *Tabiti* aurait été une Vesta, c'est-à-dire une divinité du feu, les rattache également, d'une façon intime, au peuple qui cultivait la religion de Zoroastre (1). »

Le rapprochement insinué par M. de Rosny entre *Scolotes* et *Galates* n'est pas autre chose, à notre avis, qu'une de ces considérations ethnogéniques fondées sur des comparaisons de noms propres et qui a, par les principes mêmes de M. de Rosny, très peu de valeur. Au cas présent, le rapprochement a d'autant moins de valeur qu'il est peu probable. Que d'étymologies n'a-t-on pas fournies déjà de ce nom de Σκόλοτοι ! Naguère encore, M. Tomaschek en proposait une nouvelle, en rapprochant le nom des Scolotes de celui des Σκόρδοι que Ptolémée connaît au nord de l'Hindou-Kousch et dont la forme éranienne, *Çqurudra Çqudra*, traduit très exactement l'épithète de μεταυάσται « nomades », donnée par les classiques aux Scolotes du Pont (2).

Les théories ethnographiques de M. de Rosny, sur l'origine celtique des populations daco-roumaines, ont reçu le 3 mars 1884, à la Société d'ethnographie de Paris, une haute consécration. Dans un rapport sur l'ouvrage de M. de Rosny, *Les Populations danubiennes*, M. Castaing, vice-président de la Société, a fourni quelques arguments nouveaux à la thèse des Daces-Celtes (3).

(1) *Les Populations danubiennes*, p. 141.
(2) Tomaschek, *Die Pamir-Dialecte*, p. 29.
(3) Nous en empruntons le résumé au *Journal officiel de la République*

D'abord, les Daces sont des *Dahes* de la branche parthe, les Δάαι, *Dahæ*, des classiques, mélangés de Celtes, comme le montrent les gloses de Dioscoride.

La meilleure preuve, du reste, qu'au fond les Daces étaient des Celtes, c'est la civilisation qu'ils ont laissé greffer sur eux. M. Castaing en effet n'hésite pas à ériger en fait incontestable que les langues dites néo-latines n'existent jamais sans une population principalement celtique à laquelle elles puissent se superposer. Ailleurs, il enseigne que le latin ne se fusionne pas avec d'autre idiome que le celtique et, d'après lui, on ne trouve pas de langues romanes sur un territoire où l'un des deux éléments fait défaut (1). Voilà pourquoi les langues romanes devraient plutôt s'appeler *celto-latines* que de tout autre nom.

Il est en outre bien aisé de saisir encore sur le vif l'élément celtique dans les populations danubiennes. Au fond de l'idiome roumain, on reconnaît des lois phonétiques antipathiques au latin et à l'italien. Si les Roumains disent *apa*, *epa*, *patru*, pour *aqua*, *equa*, *quatuor*, et *lapte*, *leptu*, *nopte*, *peptu*, au lieu de *lacte*, *lectum*, *nocte*, *pectus*, c'est aux Celtes qu'ils doivent cette prononciation; car ce ne sont pas les Dahes, ni les Gètes, qui auraient pu la leur enseigner.

M. Castaing cite encore, comme tendance du roumain à se rapprocher des idiomes plus franchement celtiques, la permutation de *v* et de *b*, la prononciation limousine du *c* doux devenant *ts*, la transformation de *l* en *r* comme en gascon, le changement de *f* initial en *h*, non pas comme en espagnol, où l'une et l'autre lettre sont muettes, mais comme en gascon, où le son vient du fond de la poitrine : *hhille*, fille ; *hhourn*, four.

Et quand sur les rives du Danube, l'on entend prononcer

française, n° du 18 avril 1884. *Compte rendu de la séance de la Société d'ethnographie*, par M. Paul Barbot, pp. 2110. 2111.

(1) Voir Mémoires de la Société d'ethnographie, n. 5. *Ethnogénie de l'Aquitaine primitive*, p. 229.

bechiga (vesica), *friesta (fenestra)*, *pech (pesce)*, on se croirait aux bords de l'Adour. « On n'en doute plus, ajoute M. Castaing, en entendant *arrenda*, *cloca*, *scapat* et *scuipit*. »

« Vieux Celtes civilisés par le latin », telle est la formule ethnographique que M. Castaing propose pour les Roumains et partant pour les Daces leurs ancêtres.

C'est donc le caractère celtique du roumain qui prouve, aux yeux de M. Castaing, l'identification ethnique des Celtes et des Daces.

Après ce que nous avons dit, nous ne pouvons plus insister longuement sur la réfutation de cet argument. La plupart des phénomènes phonétiques signalés par M. Castaing ne sont pas exclusivement propres aux langues romanes. Les Sabins étaient-ils des Celtes? Et pourtant eux aussi ont la lettre *f* presque partout où le latin emploie *h* : ils disent *fædus* pour *hædus*. Du reste, Festus nous apprend que même les anciens Romains confondaient *h* et *f* dans la prononciation (1). Les Osques et les Ombriens, disaient eux aussi *petur*, *pis*, *nep*, pour *quatuor*, *quis*, *neque*. En ferons-nous des Celtes ?

Tous ces faits linguistiques, qui se sont produits ailleurs que chez des Celtes, ne prouvent donc rien pour l'origine celtique des Daces.

Et puis, l'affirmation si générale de M. Castaing, que le latin, pour former une langue romane, ne se croise qu'avec le celtique, nous semble contredite par l'histoire. Peut-on dire que, même en Gaule, la langue romane s'implanta directement sur un élément celtique ? C'est une erreur. Le latin ne se mélangea pas avec le celtique ; mais le *sermo rusticus*, introduit en Gaule par les soldats et les

(1) Fædum *antiqui dicebant pro hædo*, folus *pro holere*, fostem *pro hoste*, fostiam pro *hostia*. Voir Festus, p. 84, cité par Bréal, *Dictionnaire étymologique latin*, p. 122. M. Bréal ajoute qu'on trouve de même *fordeum*, *fariolus* à côté de *hordeum*, *hariolus* et *haba*, *hanula*, à côté de *faba*, *fanula*.

colons, remplaça purement et simplement le celtique, par toute la Gaule, à l'exception de la Bretagne. Ce fut le peuple qui librement laissa sa langue pour adopter le latin. Il le fallait bien afin d'arriver aux fonctions publiques.

Or, s'il en fut ainsi, si le celtique disparut pour faire place au latin, comment retrouver dans les langues romanes les vestiges du celtique ? En particulier pour les Valaques, les indices relevés par M. Castaing sont trop peu importants pour autoriser une conclusion quelconque quant au caractère ethnique des Daco-Roumains.

Il faut donc tenter une autre voie et, à notre sens, la solution la moins problématique qui s'impose sur l'origine des Daces et des Thraces est celle qui les rattache au rameau éranien de la race aryenne.

VI. — *L'Origine éranienne des Thraces.*

Pour ne laisser aucune équivoque dans l'esprit du lecteur, il ne sera pas superflu, croyons-nous, de lui rappeler brièvement ce que l'ethnologie entend par ce terme d'*Éranien* (1).

Les *Éraniens* forment un des plus puissants rameaux de la grande famille aryenne : avec les Hindous, ils constituent la branche orientale des Aryas, la branche des Aryas asiatiques. Tous les autres peuples aryens, Grecs, Romains, Slaves, Germains, Celtes, ont quitté l'Asie pour venir occuper l'Europe.

Après la dispersion première de la race, les Éraniens fondèrent successivement les empires de Bactriane, de Médie et de Perse. Une partie de leurs tribus s'établit dans la région arménienne, et donna naissance au peuple

(1) Le lecteur qui voudrait étudier ces questions avec plus de développement les trouvera traitées assez complètement dans nos quatre articles : *Le Nom primitif des Aryas*, Bruxelles 1880. — *Le Berceau des Aryas*, Bruxelles 1881. — *Les Migrations des Aryas*, Anvers 1882. — *L'Origine européenne des Aryas*, Anvers 1885.

des Arméniens. Enfin, nous espérons le démontrer, un autre essaim, sous le nom de Thraces et de Daces, vint peupler le sud de l'Europe orientale.

Dans tout le cours de ce travail, nous avons eu l'occasion de relever les affinités qui rapprochent les Thraces des Éraniens. Il suffit maintenant de grouper tous ces faits, pour que la démonstration de l'origine éranienne des Thraces en ressorte, sinon avec évidence, du moins avec toute la probabilité que comporte la solution de semblables problèmes.

On peut ramener à trois preuves capitales l'ensemble des arguments qui tendent à identifier les Thraces aux Éraniens : la langue et le culte des anciens peuples de la presqu'île balkanique, les témoignages de l'histoire et les sources archéologiques. Les données historiques, archéologiques et religieuses ne font, il est vrai, qu'insinuer la provenance asiatique des Thraces, mais les arguments linguistiques précisent cette conclusion générale. Quand il sera une fois démontré que les Thraces ne sont pas indigènes en Europe, mais qu'ils y ont émigré de l'Asie, il sera bien aisé de leur assigner leur vraie place dans l'arbre généalogique aryen et de les assimiler aux Éraniens.

Avant de poursuivre le développement de ces différentes preuves, deux remarques préalables nous semblent encore nécessaires.

Quand nous parlons d'origine éranienne des Thraces, il n'est évidemment pas question du peuple thrace tel que les historiens classiques le montrent constitué quand il s'est déjà fixé dans la péninsule des Balkans. Rappelons-le pour éviter tout malentendu, alors déjà toute homogénéité a disparu dans la nation dite dace et thrace. Sur cette nation, toutes les races, dès cette époque, ont marqué leur empreinte très reconnaissable : Pélasges, Slaves, Germains, Celtes, Illyriens.

Ainsi, croyons-nous, s'explique la multitude d'opinions qui ont eu cours sur l'origine des Thraces.

Mais, si la question est posée au sujet du noyau fondamental, de l'élément ethnogénique primitif, au sujet des Géto-Daces et des Besso-Thraces, qui sont, nous l'avons démontré dans la première partie de ce travail, les plus purs représentants du rameau originel des peuples thraces, nous pensons que la plus grande somme de probabilités se réunit en faveur de l'hypothèse qui voit dans les Thraces des Éraniens.

En second lieu, n'oublions pas non plus qu'à leur entrée dans la région danubienne, les Géto-Daces, mais surtout les Besso-Thraces, quand ils se répandirent dans les gorges de l'Hémus et du Rhodope, se heurtèrent à des populations qui les avaient précédées. On croit, — et c'est une opinion qui nous paraît des plus recommandables, — que les Péoniens, les Bryges, les Mésiens et même les Odryses, plus tard si intimement amalgamés avec les Thraces et, à un moment de l'histoire, seuls héritiers de leur nom et de leur puissance, on croit, disons-nous, que tous ces peuples constituèrent le premier fonds aryaque des populations balkaniques.

Jetons un rapide coup d'œil sur les migrations de ces anciennes tribus, et puis essayons d'en établir l'ethnogénie. Ce sera, nous le démontrerons plus tard, un jalon pour fixer le caractère ethnique des Thraces eux-mêmes ; car, à nos yeux, les Bryges, les Mésiens et les autres tribus arrivées dans le sud de la Thrace, pendant que les Gètes et les Besses campaient sur les rives du Danube et dans les plaines de la Roumélie, appartiennent à la même famille que les Daces et les Thraces.

C'est un point d'histoire ancienne des plus solidement établis que les rapports intimes et les mélanges continuels qui existèrent de tout temps, grâce à des migrations fréquentes, entre les populations de la Phrygie, de la Lycie et de la Lydie et divers peuples de la péninsule hémique.

Ainsi, à en croire Hérodote (1), la Bithynie, province du Pont en Asie Mineure, était habitée par des Thraces venus des bords du Strymon. Il est certain que la description faite de ce peuple par le père de l'histoire correspond trait pour trait à ce que nous savons des mœurs et des coutumes des Thraces d'Europe.

Du reste, à un autre endroit (2), Hérodote affirme explicitement que les Thyniens et les Bithyniens étaient des Thraces. Cette donnée devient extrêmement plausible quand nous la voyons confirmée par toute l'antiquité classique. En effet, Thucydide (3), Xénophon (4) et le Pseudo-Scylax (5) ne nomment jamais les Bithyniens sans les qualifier de Thraces. Enfin, le lecteur se rappellera aussi que, parmi les tribus de la Thrace orientale, sur le littoral du Pont-Euxin, nous avons rencontré les *Thyni*. Ce nom n'est-il pas trop semblable à celui des Thyniens de l'Asie Mineure pour ne pas insinuer une commune origine ?

Deux autres peuples de l'Asie Mineure sont souvent désignés par les auteurs comme étant des Thraces. Strabon nomme les Mariandyniens, et il faudrait, d'après M. Rawlinson, leur associer même les Paphlagoniens (6).

C'est encore Strabon qui rattache les Mysiens à la famille des Thraces d'Europe (7). Or il est permis de croire que les Mysiens de l'Asie Mineure se retrouvent dans les Mésiens du Danube. Ne savons-nous pas par Hérodote que, bien avant la guerre de Troie, une expédition considérable composée de Mysiens et de Teucriens vint se jeter

(1) VIII, 75. Cfr aussi, III, 90. Voir Rawlinson, *Herodotus*, t. I, p. 385.
(2) I, 28.
(3) IV, 75.
(4) *Anabas.*, VI, 4, 1.
(5) *Peripl.*, 92.
(6) Strab., VII, p. 472 ; VIII, p. 501 ; XII, p. 735. — Rawlinson, *Herodotus*, t. I, pp. 385, 689. — Lenormant, *Les Origines de l'histoire*, t. II, p. 369. — Cfr le Schol. d'Apoll. de Rhod., II, 181 et Theop., *Fragm.*, 201.
(7) Strabon, I, p. 6 ; XII, pp. 542, 566, 572.

sur l'Europe, où elle repoussa les peuples indigènes jusqu'au Strymon (1) ? Ne savons-nous pas également que dans Homère les Mésiens sont nommés conjointement avec les Thraces (2), et qu'Hellanicus les recense à côté des Macédoniens (3) ?

Par la suite des temps, les Mysiens de Thrace poussèrent vers le nord et s'avancèrent jusqu'au Danube, où ils donnèrent leur nom à la contrée qui depuis s'est appelée Mésie (4).

Les Teucriens survécurent dans les Péoniens, leurs descendants, dit Hérodote (5). Ce sont ces Péoniens que nous avons vus, dans la première partie de ce travail, établis près du Strymon et de l'Axius. C'est là qu'ils étaient encore fixés au temps d'Homère, c'est de là que le poète les fait accourir au secours des Troyens (6).

Nous avons cité, quant à l'origine des Mysiens, les données d'Hérodote ; mais d'autres auteurs, tels que Strabon (7), Xanthus de Lydie (8) et Artémidore (9) renversent le problème. A les entendre, les Mysiens seraient Thraces d'origine et auraient émigré d'Europe en Asie. C'est aussi l'opinion de Pline (10). Cette hypothèse est moins probable. Mais, quoi qu'il en soit de l'origine première des Mysiens, un fait demeure acquis, l'unanime consentement des historiens attestant dans les migrations de cette tribu le contact des peuples de l'Asie Mineure et des Thraces.

(1) VII, 20, 75.
(2) *Iliad.*, XIII, 5.
(3) Hellanicus *ap.* Const. Porphyrog., 2, 2. Cfr Strabon, VIII, p. 295.
(4) Strab., XII, pp. 800, 826.
(5) Hérodote, V, 13. Remarquons que ce n'est qu'une conjecture d'Hérodote ; car, nous l'avons dit, les plus grands doutes planent sur l'ethnographie des Péoniens. Toutefois cette conjecture même insinue le fait qu'il nous suffit d'établir ici, à savoir les migrations d'Asie Mineure qui ont peuplé la Thrace.
(6) *Iliad.*, II, 849 ; XVI, 281. Cfr Strab., VII, pp. 323, 331.
(7) XII, p. 785.
(8) *Fr.* 8.
(9) *Ap.* Strab., XII, p. 826.
(10) *Hist. nat.*, V, 32.

Voilà déjà bien des témoins pour affirmer les liens ethniques qui unissaient, par les Thraces, les habitants de l'Asie antérieure à ceux de la péninsule balkanique. Nous avons produit les Thyniens et les Bithyniens, les Mariandyniens et les Paphlagoniens, les Mysiens et les Teucriens (1). Il nous reste le témoignage des Bryges, moins explicite peut-être et plus embrouillé que ceux qui précèdent. On a même tenté de le convaincre de contradiction. Nous essaierons néanmoins de le faire valoir.

Parmi les tribus thraces dont nous avons fait le dénombrement dans la première partie de ces études, se trouvent les Βρύγοι ou *Brygi*, voisins de la Macédoine. Nous avons dit aussi qu'au témoignage d'Hérodote, les Βρύγοι s'appelaient primitivement Βρίγες, et pouvaient être considérés comme une tribu détachée des Φρύγοι ou Φρύγες, c'est-à-dire des Phrygiens.

En comparant entre eux tous les textes de l'antiquité relatifs aux *Brygi* (2), voici deux faits certains que l'on relève: d'une part, il est constaté que des Phrygiens d'Asie Mineure émigrèrent en Europe, où ils donnèrent naissance à la tribu thrace des *Brygi* (3) ; d'autre part, que les *Brygi* quittèrent un jour l'Europe pour aller s'établir en Asie, où ils reprirent leur nom de Phrygiens, c'est un fait non moins avéré. Telles sont les données, en apparence contradictoires, que nous livrent Hérodote, Strabon et Xanthus de Lydie.

(1) Dans sa dissertation intitulée *Beiträge zur Ethnographie Kleinasiens und der Balkanhalbinsel*, M. Fligier démontre en détail la parenté des populations des deux rives de l'Hellespont.

(2) Ils seront indiqués dans le cours de la discussion. On peut du reste les voir presque tous collationnés par M. le professeur Wachsmuth, dans l'ouvrage de Fick, *Die ehemalige Spracheinheit der Indogermanen Europas*, pp. 408-411.

(3) Cette interprétation nous paraît ressortir sans aucune difficulté du texte même d'Hérodote (VII, 73), où il est dit, d'après une tradition macédonienne, que les Phrygiens, pendant leur séjour en Europe, se nommaient Bryges, et qu'ils reprirent leur nom de Phrygiens à leur retour en Asie.

Pourtant ces témoignages peuvent se concilier. L'incompatibilité n'a existé que parce qu'on a voulu opposer l'un à l'autre ces deux faits ou n'en admettre qu'un à l'exclusion de l'autre. Presque toujours le problème a été mal posé : on peut le voir par les différentes opinions de MM. Lassen, Alfred Maury, d'Arbois de Jubainville, Lenormant, G. Rawlinson, consignées dans la première partie de notre travail (1). Il ne s'agit en aucune façon, comme on l'a cru, de savoir si les *Brygi* de Macédoine sont les pères ou les fils des Phrygiens de l'Asie Mineure.

Si au contraire on accepte les deux séries de témoignages, en ayant soin — et tout démontre qu'il faut prendre cette précaution — de les rapporter à des époques différentes, toute difficulté disparaît. L'émigration des *Brygi* quittant la Thrace pour l'Asie n'est qu'un retour dans leur première patrie de Phrygiens venus autrefois de l'Asie Mineure.

M. Knobel a aisément justifié cette manière de voir (2). En effet, d'après Xanthus de Lydie, dont l'autorité a quelque valeur au cas présent puisqu'il rapporte des faits de son histoire nationale, cette émigration des *Brygi* hors de Thrace fut de beaucoup postérieure à la guerre de Troie (3).

Mais, d'un autre côté, bien avant cette époque, une tradition constante dans l'antiquité fait sortir les Phrygiens de l'Asie Mineure avec Pélops pour aller coloniser la Grèce (4). Dès lors aussi, les poésies homériques nous représentent les Phrygiens comme un des peuples les plus considérables de l'Asie antérieure (5). Preuve bien manifeste qu'ils occupaient le sol depuis de longs siècles.

(1) Ajoutez-y la thèse de M. Fick, dans l'ouvrage que nous venons de citer, pp 408-416.

(2) *Die Völkertafel der Genesis*, pp. 56 et suiv. Cfr Stein, *Herodotus erklärt*, t IV, p. 79.

(3) Xanthus *ap.* Strab., XIV, p. 680. Cfr Conon, *Nar.*, I.

(4) Strab., VII, p. 321. — Herod., VII, 8, 11.

(5) *Ilia d.*, II, 862 ; III, 184 ; XVI, 717. Cfr Höck, *Kreta*, t. I, p. 109.

Par conséquent, les Βρύγοι ou *Brygi* de Thrace, Θρᾴκες, mentionnés par Hérodote (1) dans la péninsule hellénique avant les guerres persanes, ces *Brygi* sont sans nul doute des Phrygiens venus d'Asie en Europe. Ils étaient demeurés en Thrace après le départ d'une partie d'entre eux qui étaient retournés en Asie dans leurs premiers foyers.

Nous le répétons, cette opinion, que nous partageons avec MM. Knobel, G. Rawlinson et Stein, est rejetée par un certain nombre d'érudits. Mais, à notre avis, on a souvent, pour ne pas dire toujours, uniquement consulté les textes qui parlent de migrations d'Europe en Asie. Il était alors tout naturel de proclamer l'indigénéité des Phrygiens, des Mysiens et des Bithyniens en Europe, et de faire peupler l'Asie Mineure par des colonies européennes. C'est en particulier la grande erreur de l'essai ethnographique de M. Fick sur les Phrygiens (2). Ainsi il ne dit rien du fameux morceau où Strabon (3) décrit le passage du culte de *Sabazius* de Phrygie en Thrace. Il insiste sur un texte d'Arrien de Nicomédie (4) qui mentionne la migration d'Europe en Asie des Phrygiens, des Mysiens et des Thraces (c'est-à-dire des Bithyniens). Mais en ce qui concerne les Mysiens, n'avons-nous pas le témoignage formel d'Hérodote (5) ? Le père de l'histoire enseigne que les Mysiens et les Lydiens, frères des Cariens, étaient autochtones.

On le voit, la provenance européenne des Phrygiens n'est pas du tout démontrée, comme certains auteurs se plaisent à le prétendre, « par les témoignages les plus autorisés de l'antiquité ».

Nous venons d'esquisser les plus anciens mouvements ethniques qui précédèrent l'arrivée des Géto-Daces et des Besso-

(1) VI, 45, 185.
(2) *Op. cit.*
(3) Au liv. X.
(4) *Ap.* Eustathe *ad* Dionys., *Perieg.*, v. 322.
(5) I, 171.

Thraces dans la vallée du Danube. Est-il possible de fixer avec quelque vraisemblance l'ethnogénie de ces anciens occupants de la péninsule balkanique, Thyniens, Bryges, Mysiens ?

Les auteurs sont généralement d'accord pour rattacher ces diverses tribus à un rameau spécial de la race aryenne, au rameau des Arméno-Phrygiens, auquel on rapporte aussi communément les Illyriens.

C'est là une conclusion à laquelle les faits historiques que nous venons de rapporter donnent la plus haute probabilité, du moins en ce qui concerne les Phrygiens. Que les Bryges fussent des Phrygiens, l'identité des noms le démontre suffisamment. Pour les Mysiens, il existe un précieux témoignage de Xanthus de Lydie, qui nous apprend que le dialecte des Mysiens se rapproche tout à la fois de celui des Lydiens et de celui des Phrygiens (1). Il est aussi bien étrange que, sur les trois ou quatre mots qui soient parvenus jusqu'à nous du dialecte des Bithyniens, on ait trouvé le mot γάνος également en usage chez les Phrygiens (2).

La langue phrygienne dont nous parlons ici n'est pas celle des monuments et des inscriptions, qui a déjà fortement subi l'infiltration grecque. C'est celle des gloses qui nous ont été laissées en très petit nombre par les lexicologues grecs (3).

Mais ce n'est pas tout, il reste à démontrer la parenté des Arméniens avec les Phrygiens pour reconstituer ce groupe arméno-phrygien dont nous avons redit les migrations.

(1) *Xanthi Fragm.* ap. Müller (*Fr.* 8, τὴν διάλεκτον μιξολύδιον πως εἶναι καὶ μιξοφρύγιον. Cfr Rawlinson, *Herodotus*, t. I, p. 694 ; t. IV, p. 23.

(2) Boetticher, *Arica*, p. 33.

(3) Voir Boetticher, *Arica*, pp. 30-40 ; Fick, *Die ehemalige Spracheinheit der Indogermanen Europas*, pp. 411-416 ; Lagarde, *Gesammelte Abhandlungen*, pp. 283 et suiv.

En faveur de cette opinion nous avons toute l'antiquité classique. Hérodote dit explicitement que les Arméniens étaient une colonie de Phrygiens (1); Étienne de Byzance (2) et Eudoxe (3) affirment que les Arméniens parlent un dialecte phrygien et qu'ils sont issus de la Phrygie. Comme le fait remarquer M. G. Rawlinson, l'ethnologie moderne renverserait probablement cette donnée (4). Mais pour notre thèse il suffit que les Arméniens et les Phrygiens se rattachent les uns aux autres, quelle que soit la nature de leurs rapports.

La critique de notre siècle a ratifié la thèse des anciens. D'après M. Lassen, rien n'autorise à démentir les hypothèses des écrivains classiques sur la parenté originaire de l'arménien avec les idiomes phrygiens (5). Dans son Mémoire sur le caractère aryaque de l'arménien (6), M. Gosche a réussi, comme M. Frédéric Müller (7), à expliquer par l'arménien un certain nombre de mots phrygiens. Les mêmes rapprochements ont été relevés par M. Boetticher (8) et Hübschmann (9). Et enfin M. Spiegel accorde créance aux témoignages des classiques sur la parenté ethnique des Phrygiens et des Arméniens (10).

Toutefois on a produit deux objections qu'il faut réfuter brièvement. M. Fick a essayé de démontrer que l'arménien et le phrygien n'ont rien de commun, que le phrygien

(1) VIII, 73.

(2) Sub verbo Ἀρμενία.

(3) *Ap.* Eust., *ad* Dionys., *Perieg.*, v. 694.

(4) *Herodotus*, t. IV, p. 68.

(5) Zeitschr. d. D. M. G., t. X, p. 379.

(6) *De ariana linguæ gentisque armeniacæ indole.* Berlin, 1847, p. 20.

(7) Dans le recueil Orient und Occident, t. II, *Beiträge zur Erklarung des Phrygischen.*

(8) *Arica*, pp. 30-40.

(9) Kuhns Beitrægen zur vergleich. Sprachforschung, Band XXII *Ueber die Stellung des Armenischen.*

(10) *Eran*, p. 336.

appartenait à la division européenne ou occidentale de la famille aryenne, et qu'il y constituait un groupe à part (1).

D'autres érudits ont rejeté l'antique tradition à cause de la parenté très intime qui a été signalée entre l'arménien et les idiomes de l'Éran.

Nous ne pouvons nous engager dans la réfutation de toutes les étymologies fournies par M. Fick des quarante mots phrygiens qu'il s'efforce de ramener à des racines grecques, slaves et germaniques, ce serait abuser de la patience du lecteur. Mais nous affirmons très positivement, avec bon nombre d'érudits contemporains, que M. Fick s'est abusé sur le caractère linguistique du phrygien. La plupart de ses étymologies sont contestables, et se ressentent de l'idée préconçue d'écarter tous les faits qui pouvaient y contredire. Or ces faits ne manquent pas, comme on peut s'en convaincre en étudiant le remarquable travail de M. Boetticher sur les *glossæ phrygicæ* (2).

La seconde objection n'en est pas une pour nous. La parenté qui a été relevée entre l'arménien et l'éranien doit précisément nous servir d'argument pour établir l'origine éranienne des Thraces.

En effet, après ce que nous venons de dire de l'existence du rameau phrygien, il nous suffira, pour arriver à notre thèse de la provenance éranienne des Daces et des Thraces, de démontrer les deux assertions suivantes : les Thraces appartiennent à la branche arméno-phrygienne, et en outre ce dernier groupe n'est qu'un essaim détaché de la grande famille éranienne.

C'est surtout par la communauté du culte de Sabazius, de certaines institutions religieuses et des légendes de

(1) *Die ehemalige Spracheinheit der Indogermanen Europas*, pp. 411-416.

(2) *Op. cit.*

Midas qu'on peut constater l'unité ethnique des Thraces d'Europe et des Phrygiens (1).

Nos lecteurs savent déjà, par ce que nous avons dit précédemment, les principaux détails du culte de Sabazius, le grand dieu national des Thraces. Nous avons dit que Sabazius, dieu phrygien, assimilé à Dionysos et à Jupiter, passa de Phrygie en Thrace avec tous les accessoires de son culte (2). Il faut, pour le but spécial que nous poursuivons en ce moment, revenir sur quelques points.

Sabazius était révéré dans presque toute l'Asie Mineure, et Cicéron s'est fait l'écho de cette tradition (3), quand il dit, dans son énumération des différents Bacchus, « que celui d'entre eux en l'honneur duquel avaient été instituées les *Sabazies* était considéré comme *roi de l'Asie;* ce qui revient à dire que le culte de Sabazius était répandu dans une très grande partie de l'Asie (4). »

D'autre part, nous avons montré, par les témoignages explicites de l'antiquité, par les représentations sur les rochers de Philippes, par les inscriptions de Drama et par le bas-relief de l'Odryse Adamas à Paros, que la Thrace avait placé Sabazius au premier rang de son panthéon.

Or, comme le remarque justement M. Heuzey, cette identité dans le culte si répandu d'une même divinité ne peut s'expliquer que par des affinités ethniques, par des rapprochements qui tiennent au fonds même de la race.

Cette conclusion s'impose davantage, si nous examinons

(1) Lenormant, *Les Origines de l'histoire*, t. II, p. 368.

(2) Dans notre premier article (janvier 1885), à propos de Sabazius, nous citions le témoignage de Macrobe, *Saturn.*, I, 28. Le lecteur est prié de lire I, 18. Nous apportions aussi l'autorité du scoliaste d'Aristophane, *in Vesp.* v. 9. On peut y ajouter une autre glose *in Av.*, v. 873. Voir Dindorf *Scholia græca in Aristoph. Comœdias*, t. I, p. 463; t. II, p. 837. Éd. de Leipzig, 1823.

(3) *De Nat. deor.*, III, 23.

(4) Voir Wagener, *Inscriptions grecques recueillies en Asie Mineure*, p. 8. Mémoires des Savants étrangers. (Acad. roy. de Belgique), t. XXX.

les divinités ordinairement associées à Sabazius, tant en Phrygie qu'en Thrace. Ici encore, une remarquable conformité permettra de conclure à la parenté de deux peuples si unis dans leurs conceptions religieuses.

Hérodote nous apprend (1) que le Dionysos thrace avait pour compagne Artémis. En d'autres termes, Sabazius était chez les Thraces honoré conjointement avec la déesse lunaire nationale, qui s'appelait tantôt *Cotys* ou *Cotytto*, tantôt *Bendis* (2).

Ce témoignage d'Hérodote est confirmé par Strabon qui rapporte un passage d'Eschyle (3), et par les bas-reliefs des rochers de Philippes. En effet, dans une des séries d'images divines, on voit le dieu Mên à cheval réuni dans un même groupe avec Dionysos et Cotys (4). Ce dieu Mên se retrouve associé avec les mêmes divinités à deux autres reprises sur les rochers de Philippes, une fois encore à cheval et une autre fois à pied (5).

Du reste, M. Le Bas avait déjà signalé une stèle qui représente Mên tenant le thyrse de Dionysos (6). On le voit, l'association de Sabazius avec Mên, Bendis ou toute autre divinité lunaire est attestée, pour ce qui concerne la Thrace, par des faits irrécusables (7).

Eh bien, dans un passage fort remarquable, Proclus (8) nous assure que chez les Phrygiens, le dieu Mên, c'est-à-dire la lune, était vénéré sous le nom de Sabazius et invoqué au milieu des cérémonies accomplies en l'honneur de ce dieu. Chose bien curieuse également, sur le seul

(1) V, 7.

(2) Lenormant, *Sabazius*, dans REVUE ARCHÉOLOGIQUE, t. XXVIII, p. 381.

(3) X, p. 471. Cfr *Lexic. Rhet.* ap. Bekker, *Anec. græc.*, p. 246.

(4) Heuzey. *Mission de Macédoine*, pl. III, n. 4.

(5) Id., *ibid.*, pl. III, n. 3; pl. IV, n. 1.

(6) *Voyage en Grèce*, pl. 136.

(7) F. Lenormant, *Monographie de la Voie Sacrée éleusinienne*, t. I, pp. 160, 172.

(8) *Ad. Tim.*, IV, 251. Comme commentaire au même passage, Porphyre fournit l'accouplement de noms *Mên-Sabazius*, très important pour le point que nous voulons établir.

monument figuré que l'Asie Mineure nous ait fourni jusqu'ici du dieu Sabazius (1), Mên ou Lunus, suivant l'identification certaine de M. Wagener (2), accompagne aussi le dieu souverain.

Quant à Bendis, la Diane de Thrace, son culte s'étendait aussi de l'autre côté de l'Hellespont, en Bithynie, comme semble l'insinuer le nom du mois Βενδιδαῖος.

Une autre particularité se retrouve en Thrace comme en Phrygie, dans le symbole du serpent qui personnifie Sabazius (3). D'après les légendes phrygiennes, Sabazius aurait pris la forme de cet animal pour arriver à séduire la fille de Déméter (4). Cette même donnée reparaît, s'il faut en croire Plutarque, dans les thiases macédoniens de Sabazius, qui sont empruntés à la Thrace (5).

Ici encore l'archéologie de l'Asie Mineure et de la Thrace concorde parfaitement.

M. Wagener a trouvé le serpent sur la stèle de Coloé (6). A l'exergue des monnaies impériales de Trapézonte, Mên à cheval est accompagné du serpent de Sabazius (7).

Or le même symbole apparaît sur le fameux morceau

(1) Signalé par M. A. Wagener, professeur à l'université de Gand, à Coloé, aujourd'hui Koula, en Asie Mineure. Voir le *Mémoire* indiqué ci-dessus, pp. 6-9.

(2) Certaine, mais très incomplète, comme le fait remarquer M. le baron de Witte, rapporteur du travail de M. Wagener, p. VIII. Nous avons pu compléter ces indications par le riche travail de MM. Maury et Lenormant sur Sabazius.

(3) M. Wagener ne s'est pas fait une juste idée du rôle du serpent dans le mythe de Sabazius. Il le dit simplement consacré à ce dieu.

(4) Ces détails sont connus surtout par les Pères de l'Église. L'on sait que Clément d'Alexandrie, avant sa conversion, avait été initié à la plupart des mystères païens, et Arnobe, dans un but polémique, avait soigneusement étudié les traditions phrygiennes. Voir Clem. Alex. *Protrept.*, t. I, p. 14, éd. Potter. — Arnobe, *Adv. gent.*, v, 21. — Firmicus Maternus, *De err. prof. relig.*, 2. — Justin. Mart., *Apolog.*, I, 55.

(5) Plut., *Alex.*, 2.

(6) *Mém. cité*, p. 9.

(7) Streber, *Numism. græc.*, pl. II, n. 2. — Cfr ARCH., ZEIT., 1854, pl. LXV, n. 1.

d'ambre de la collection Pourtalès, trouvé sans doute dans un tombeau de la Grande-Grèce, mais de provenance ou d'imitation thrace (1). C'est aussi Sabazius qu'il faut reconnaître dans le serpent qui s'enroule sur les genoux d'une femme dans un bas-relief exhumé à Palatitza par M. Heuzey (2).

Il serait aisé de pousser encore plus loin cet examen des données concordantes du mythe et du culte de Sabazius en Phrygie et en Thrace, et de montrer par exemple cet accord dans les rites et les initiations en usage simultanément en Asie Mineure et dans les régions balkaniques. Mais ce que nous avons dit est surabondant pour notre but, et a dû convaincre de l'identité du culte du Sabazius phrygien et du Dionysos thrace. Répétons-le avec MM. Guigniant, Maury, Heuzey et Lenormant, cette identité si complète de croyances et de culte n'est pas l'œuvre d'un syncrétisme dogmatique ou d'une introduction tardive : elle a ses racines dans l'unité ethnique des deux peuples. Car nous savons par l'histoire que l'introduction du culte obscène et immoral de Sabazius rencontra, par exemple en Grèce, de vives oppositions, quand il chercha à s'y infiltrer au ve siècle par des importations d'Asie Mineure. Le premier thiase de Sabazius ne conquit à Athènes son existence publique que vers 370. Et cependant dès les temps mythologiques, les Grecs avaient emprunté le Dionysos thrace sous ce nom de Βάκχος, qui n'est autre que le phrygien Βαγαῖος, un des noms de Sabazius en Phrygie et en Thrace.

Nous avons aussi affirmé que la légende de Midas constituait un trait d'union ethnologique entre les Thraces et les Phrygiens. En effet, ce personnage fabuleux fait partie des traditions nationales des deux peuples. Résumons brièvement les théories plus longuement développées sur ce

(1) Panofka, *Cabinet Pourtalès*, pl. XX, et ANN. D. L'INST. ARCH., t. V, pp. 272 et suiv. — Foucart, *Des associations religieuses*, p. 78.

(2) *Mission de Macédoine*, pl. XX bis.

sujet par MM. A. Maury (1), d'Arbois de Jubainville (2) et Fr. Lenormant (3).

Midas était un roi mythique de la Phrygie ; il avait pour père Gordias, autre héros phrygien. Nommé aussi Mygdon, — et tout donne à croire que c'est là la forme phrygienne primitive de ce nom propre, — Midas joue un rôle dans toutes les légendes de l'Asie Mineure, surtout dans celles qui se rapportent aux origines de la viticulture.

Des ruines fameuses ont perpétué jusqu'à nos jours ces souvenirs de l'ancienne mythologie. Aux environs des villes de Prymnesos et de Midiæon dans le nord de la Phrygie, vers les sources du Sangarios, se trouve, perdue au milieu de vastes forêts, une gorge remplie de tombeaux et de catacombes. « Au milieu de ces ruines, se dresse un rocher de grès rougeâtre. Sa façade, d'une surface de soixante pieds carrés, est couverte d'ornements qui se répètent comme un modèle de tapisserie, et font l'effet d'une vaste tenture ; l'ensemble est couronné par une sorte de fronton le long duquel se déroulent deux lignes d'inscriptions qui portent le nom du roi Midas.

» Ce sépulcre est le monument le plus important qui nous reste de la vieille dynastie phrygienne, de ces rois si connus des Grecs par leurs trésors, leurs chevaux, le fanatisme sauvage avec lequel ils adorèrent la Grande-Mère, la déesse qui trône sur les montagnes, et célébraient au son des flûtes les fêtes bruyantes de Dionysos. Le char royal de Midas resta le symbole de la domination sur l'Asie Mineure, et Alexandre ne dédaigna pas de rendre honneur à cette tradition (4). »

Encore une fois le même personnage reparaît avec des attributions identiques dans la mythologie des Thraces. Les auteurs classiques nous parlent d'un Midas légendaire,

(1) *Histoire des religions de la Grèce*, t. III, pp. 106-110.
(2) *Les Premiers Habitants de l'Europe*, pp. 168 et suiv.
(3) *Les Origines de l'histoire*, t. II, p. 368.
(4) Curtius, *Histoire grecque*, trad. de A. Bouché-Leclercq. t. I, p. 86.

roi de Thrace et de Macédoine, où il possédait de merveilleux et célèbres jardins de roses au pied du mont Bermios (1). Détail important, cette région était celle des Bryges qui constituent, nous l'avons vu, le trait d'union entre les Thraces et les Phrygiens. Le nom de Midas ou de Mygdon a survécu dans celui de la province macédonienne appelée Mygdonie.

Nous avons, croyons-nous, démontré, par la communauté du culte de Sabazius et des légendes de Midas, la première des deux thèses préliminaires qui doivent nous mener à celle de l'origine éranienne des Thraces et des Phrygiens. La seconde thèse, que nous allons démontrer, c'est le caractère éranien des Arméno-Phrygiens.

La plupart des philologues ramènent la langue arménienne à l'éranien. C'était dès 1846 la conclusion d'un mémoire de Windischmann présenté à l'Académie de Bavière (2). Gosche arrive aux mêmes résultats (3), confirmés depuis par les travaux de MM. Frédéric Müller (4) et Patkanoff (5).

Il faut observer toutefois que si l'arménien classique qui ne date que du ve siècle de notre ère est nettement classé dans le groupe des langues éraniennes, l'arménien primitif nous est malheureusement inconnu. On peut donc se demander si l'éranisme des Arméniens n'a pas pour cause l'influence à laquelle l'Arménie fut soumise de la part de la Perse, depuis le ve siècle avant jusqu'au ve siècle après Jésus-Christ.

Ce serait une objection si nous ne savions pas les intimes rapports linguistiques qui unissent d'une part le phrygien

(1) Hérodote, VIII, 138. — Conon, *Narrat.*, I. — Strabon, XIV, p. 680.

(2) *Ueber die Grundlage des Armenischen im arischen Sprachstamme*, t. IV des Mémoires, 2e part., pp. 749 et suiv.

(3) *De ariana linguæ gentisque armeniacæ indole.* Berlin, 1847.

(4) *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, 1861.

(5) Journal asiatique, t. XVI, 6e série, 1870.

à l'arménien, et de l'autre à l'éranien. Le tableau ci-dessous nous montre ces rapports d'un coup d'œil.

PHRYGIEN.	ARMÉNIEN.	ÉRANIEN.
ἄττηγος,	*atakal*,	*aititakma*,
βαγαῖος,	*bagin*,	*baga*,
βέδυ,	*ôd*,	*vad*,
βερεκύνθαι,	*berkrel*,	*baregha*,
ἐξουάνον,	*kozni*, *ozni*,	*cîzû*,
κίμερος,	*himh*,	*kam*,
μάσδης,	*imast*,	*mazda*.

Mais nous n'avons pas besoin de passer par l'arménien pour démontrer le caractère éranien des langues thrace et dace. Le lecteur a pu le constater dans tout le cours de ce travail. Chaque fois qu'un mot thrace ou dace s'est présenté sur notre chemin, il a été aisé d'en ramener la racine à des formes éraniennes.

Pour le dace, cette conclusion a été poussée aussi loin que possible dans l'étude souvent citée de M. Tomaschek, *Les Restes de la langue dace* (1). Rappelons ici les résultats généraux de ce travail.

Il nous reste de l'idiome dace les gloses de Dioscoride relativement aux noms de plantes et quelques noms propres d'hommes et de lieux. Eh bien, un coup d'œil jeté sur l'ensemble des étymologies proposées par M. Tomaschek montre que, pour l'interprétation de ces gloses, les dialectes spécifiquement aryaques, le sanscrit et le zend, offrent le plus de secours.

Quant à la toponymie et à l'explication des noms propres d'hommes, M. Tomaschek écrit sans hésiter que « celui qui douterait de l'étroite affinité du peuple besso-thrace avec les Daces, et de la parenté originaire de ces deux peuples avec les Éraniens, se laissera sans doute convaincre par la nomenclature topographique. » Pour se former cette

(1) MUSÉON, t. II.

conviction, le lecteur qui nous a suivi jusqu'ici fera bien de recueillir toutes les étymologies que nous avons fournies dans nos premiers chapitres. En particulier, nous avons dressé un tableau de vingt-trois noms propres que les racines éraniennes expliquent avec beaucoup de vraisemblance. Il en est de même, croyons-nous, des vingt termes du vocabulaire géographique que nous avons expliqués.

La même conviction ressort avec plus de certitude encore de l'étude des restes de l'idiome thrace. Nous avons eu l'occasion de rencontrer sur notre passage presque tous les mots thraces qui nous sont livrés par les anciens glossateurs, par les inscriptions et la nomenclature géographique. Encore une fois, dans ce relevé qui comprend plus de cinquante mots, le caractère linguistique de l'éranien, ses racines, apparaissent d'une manière frappante.

Il n'en est pas de même des autres essais qui ont été faits. Les étymologies empruntées au slave, au germanique, au celtique, ont, nous l'avons constaté bien des fois, échoué devant des réfutations péremptoires. Tel est en particulier, le cas de l'essai du Dr Fick, qui retrouve dans le thrace du slave, du germanique, du grec et du latin, en un mot qui veut détacher les Thraces du grand rameau aryaque pour en faire des Européens indigènes.

Nous pouvons donc affirmer aujourd'hui avec plus de raison encore qu'en 1875 ce que M. Picot disait au Congrès de géographie de Paris : les Daces et les Thraces parlaient une langue éranienne (1). L'orateur exprimait le vœu que les maigres restes des anciens idiomes danubiens fussent un jour expliqués par le zend et les dialectes congénères. Ce vœu est aujourd'hui rempli. MM. Roesler et Tomaschek ont dressé le lexique daco-éranien et thraco-bactrien : la parenté linguistique des Thraces et des Éraniens est bien près de prendre rang parmi les faits scientifiques les mieux établis. Du moins est-elle établie sur des

(1) *Compte rendu*, t. I, p. 431.

bases plus sérieuses que celles qu'avait données M. Picot (1), et qui ont prêté le flanc aux justes critiques de M. Obédénare (2).

Il nous en coûte de le dire, — et pourtant il le faut pour ne pas compromettre notre thèse, — les arguments produits par M. Picot et surtout ceux de M. Hîsdau (3) en faveur de l'origine éranienne des Daces ne sont rien moins que convaincants. On conçoit que M. Obédénare ait pu récuser les analogies linguistiques des Daces et des Éraniens fournies par ces auteurs.

M. Picot cite l'article suffixe *ul* qui en roumain se place à la fin des mots (4) et les deux voyelles sourdes, prononcées l'une du fond du gosier (*î*), l'autre du bout des dents (*a*) ; parce que ces deux phénomènes caractéristiques, qui appartiennent aussi à deux autres idiomes formés dans la péninsule hémique, le bulgare et l'albanais, se retrouvent dans les langues éraniennes. « La voyelle que M. Hovelacque, dans sa *Grammaire zende*, transcrit par εî parait avoir été analogue à l'*î* roumain, les Arméniens possèdent par contre un son qui se confond avec l'*a* dental. Sans posséder un article suffixe entièrement semblable à celui du roumain, les idiomes éraniens les mieux connus possèdent des pronoms enclitiques qui offrent avec cet article une certaine ressemblance (5). »

Pour ce qui concerne la place de l'article en roumain, ce fait est loin d'être caractéristique, comme le pense M. Picot. La question de l'article en Roumain vient d'être traitée d'une manière complète par M. Pic dans un ouvrage tout récent (6). M. Pic se demande à quelle influence est due la position de l'article après le substantif dans la

(1) *Compte rendu du Congrès de géographie de Paris*, t. I, pp. 430, 431.
(2) *Ibid.*, p. 401.
(3) Dans son ouvrage, *Histoire critique des Roumains.*
(4) *Om*, homme, donne *Omul*, l'homme.
(5) Picot. *Op. cit.*, p. 431.
(6) *Zur romänische-ungarischen Streitfrage*, 1886, pp. 41-50.

langue roumaine. Après avoir constaté que cette particularité n'est pas propre au roumain, mais qu'elle se retrouve en danois, en russe, en vieux-norrois, en celtique, en néo-persan, M. Pic émet l'idée que pour le roumain la place spéciale de l'article a été le résultat de la postposition fréquente en latin du démonstratif. On peut croire que les auxiliaires du Danube disant uniquement *homo ille*, *locus ille*, ces expressions sont devenues sur les lèvres des Daces *omul*, *locul*.

Quant à la comparaison des sons *i* et *a* en roumain et en éranien, l'analogie est des plus contestables.

Enfin les études philologiques de M. Hisdau ont été très justement appréciées par M. Picot (1), et cette appréciation donnera au lecteur la mesure de la confiance qu'elles doivent inspirer.

On ne peut nier que les recherches de l'historien roumain ne contiennent un certain nombre de rapprochements fort curieux. Mais malheureusement plusieurs de ses conjectures sur les mots daces qui se seraient conservés en roumain sont des plus hasardées. Quant à l'origine ethnique des Daces, c'est sans discussion qu'il en fait des Éraniens, et, tout en étant d'accord avec lui sur ce point, nous devons regretter qu'il n'ait pas étayé cette opinion de preuves solides.

C'est, nous le répétons, aux travaux plusieurs fois cités de MM. Roesler et Tomaschek qu'il faut demander la démonstration complète de l'origine éranienne des Thraces et des Daces.

Ils avaient, croyons-nous, amplement répondu dès avant 1870 (2) à la 73e question soumise au Congrès de géographie de Paris en 1875 et formulée en ces termes : « A quel groupe de peuples appartenaient les Daces ? N'est-il pas possible d'expliquer les noms géographiques de leur terri-

(1) *Op. cit.*, p. 431.

(2) Les premiers travaux de MM. Roesler et Tomaschek datent de 1863 à 1871.

toire, qui nous ont été transmis par Ptolémée, par la table de Peutinger et par les autres auteurs ou monuments classiques, à l'aide d'un des idiomes connus (1) ? »

Pour nous la réponse la plus probable est celle qui rattache les Daces aux Éraniens. Mais, à l'heure actuelle encore, deux autres opinions sont surtout en présence: l'origine celtique des Daces, défendue par deux des savants les plus distingués de la Société d'ethnographie de Paris, MM. L. de Rosny et A. Castaing ; et leur origine germanique, dont M. Blind demeure le tenant convaincu.

Nous avons sincèrement, et trop longuement sans doute, exposé au lecteur tous les arguments qui militent pour ces différents systèmes. Il ne nous appartient pas de peser davantage sur sa conclusion dernière. Aussi bien, nous l'avons assez fatigué d'arides discussions.

Dans un prochain article nous essaierons de le dédommager par une étude plus intéressante consacrée aux Roumains, les descendants actuels des Daces, et aux Bulgares, qui, pour avoir supplanté les Thraces dans la péninsule balkanique, n'en ont pas moins subi leur influence civilisatrice, encore saisissable et déterminable de nos jours.

(La suite prochainement.)

J. Van den Gheyn, S. J.

(1) *Compte rendu*, t. I, p. LXIII.

LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES

La création des secrétaires perpétuels date de la réorganisation de l'Académie, en 1699.

Trente-trois ans s'étaient écoulés depuis que Colbert avait proposé à Louis XIV de fonder une corporation de savants voués à l'étude de la science pure. « L'Académie Royale des sciences, lisons-nous dans l'histoire de l'illustre Compagnie (1), avait si bien répondu par ses travaux et ses découvertes aux intentions du roi, que, plusieurs années après son établissement, Sa Majesté voulut bien l'honorer d'une attention toute nouvelle et lui donner une seconde naissance encore plus noble et, pour ainsi dire, plus forte que la première. »

Ce renouvellement modifia profondément et très heureusement l'institution primitive ; l'Académie devint surtout plus indépendante et plus autonome. Mais l'historien flattait le roi et les académiciens en présentant cette transformation comme le résultat spontané de la faveur

(1) *Histoire et Mémoires de l'Académie royale des sciences* de 1699 à 1790, 93 volumes in-4°, Paris, 1702 à 1797 ; il existe une édition en 170 volumes in-12, jusqu'en 1778, publiée à Paris ; enfin on en trouve une réimpression de Hollande, commencée à Amsterdam, en 1734.

d'un prince éclairé, désireux de contribuer plus largement aux progrès des sciences ; à vrai dire, une réforme était devenue nécessaire et elle se fit administrativement, par les soins de M. de Pontchartrain, alors ministre de la maison du roi, chargé en cette qualité du soin des académies.

L'affaire avait été conduite avec assez de secret, et ce fut une surprise pour l'Académie elle-même lorsque le directeur, M. l'abbé Bignon, lui donna lecture, à la séance du 4 février, d'un nouveau règlement, qui portait de seize à cinquante le nombre de ses membres et accordait au corps le droit de se recruter lui-même. Les académiciens étaient désormais partagés en trois classes : les honoraires, les pensionnaires et les associés. Les honoraires devaient être recommandables aussi bien par leur naissance et leur situation que par leur intelligence et leur savoir : ce furent de grands seigneurs à qui l'on ne demandait guère plus que d'aimer la science et d'estimer les savants. Les pensionnaires, auxquels était affecté un fonds de 30 000 livres, formaient six sections de trois membres chacune : celles de géométrie, d'astronomie, de mécanique, d'anatomie, de chimie et de botanique ; les physiciens étaient à comprendre parmi les mécaniciens. Un secrétaire et un trésorier complétaient le nombre de vingt ; des associés, en nombre égal, formaient la troisième classe.

Les fonctions du secrétaire étaient définies par les articles XL, XLI et XLII du règlement : il devra être « exact à recueillir en substance tout ce qui aura été proposé, agité, examiné et résolu dans la compagnie, à l'écrire sur son registre par rapport à chaque jour d'assemblée, et à y insérer les traités dont aura été fait lecture. Il signera tous les actes qui en seront délivrés... A la fin de décembre de chaque année, il donnera au public un extrait de ses registres, ou une Histoire raisonnée de ce qui se sera fait de plus remarquable dans l'Académie. Les registres, titres et papiers concernant l'Académie demeu-

reront toujours entre ses mains... *Le secrétaire sera perpétuel.* » Le règlement ne stipulait aucune autre charge : constatons en particulier qu'il n'y est fait aucune mention d'éloge.

Le sieur de Fontenelle fut nommé à ce poste, pour lequel l'abbé du Hamel, le précédent secrétaire, choisi à l'origine par Colbert lui-même pour sa belle latinité, s'était récusé définitivement, effrayé peut-être par l'obligation de rendre compte des travaux de l'année aux deux séances publiques instituées par le nouveau statut, et fixées au premier jour d'après la Saint-Martin et au premier jour d'après Pâques. Fontenelle le suppléait du reste depuis le commencement de 1697.

Louis XIV mit le comble à ses faveurs en attribuant à l'Académie un logement spacieux et magnifique dans le Louvre, au lieu de la petite salle étroite et resserrée qu'elle occupait jusque-là à la Bibliothèque : la première séance annuelle publique se tint dans ce nouveau local, après les fêtes de Pâques de 1699. Fontenelle y rendit compte des travaux de ses collègues, suivant les traditions léguées par son prédécesseur, en s'efforçant « de donner à tant de matières épineuses et abstraites, des éclaircissements, un certain tour, et même un agrément que les auteurs négligent quelquefois de leur donner et que cependant la plupart des lecteurs demandent (1). » C'est en ces termes qu'il a formulé lui-même les devoirs imposés au secrétaire perpétuel de l'Académie : il ne tarda pas à élargir bientôt le programme de ses importantes fonctions.

En effet, dès la deuxième séance publique, il introduisit une innovation de la plus haute portée. « Comme l'histoire de l'Académie, disait-il, doit être autant qu'il est possible celle des académiciens, on ne manquera pas, quand il en sera mort quelqu'un, de lui rendre en quelque façon les

(1) *Éloge de M. du Hamel*, Œuvres diverses de M. de Fontenelle, t. III, p. 90, Amsterdam, 1742.

honneurs funèbres dans un article à part où l'on ramassera les particularités les plus considérables de sa vie. M. Bourdelin, mort dans l'année dont nous écrivons présentement l'histoire, sera le premier envers qui l'Académie s'acquittera de ce devoir (1). » Telle fut l'origine de ces admirables éloges, qui sont devenus la gloire littéraire de l'Académie des sciences et constituent encore aujourd'hui une des prérogatives les plus enviées des secrétaires perpétuels. Remarquons toutefois que le genre ne fut pas créé d'emblée, mais que Fontenelle crut nécessaire d'essayer d'abord son auditoire et de s'essayer lui-même. Bourdelin était un pharmacien-chimiste, qui avait pris la spécialité des analyses par distillation ; il passait tout à l'alambic (2) ; un jour même il avait fait voir à la compagnie l'analyse de quarante crapauds vivants, desquels il avait extrait cinq espèces de liqueurs, qui avaient blanchi plus ou moins l'eau de sublimé. Les résultats de l'opération et de plus de deux mille opérations analogues étaient informes et nous les trouvons ridicules aujourd'hui. Fontenelle paraît l'avoir compris, car il n'accorda qu'une mention discrète aux recherches de son défunt collègue ; cet éloge ne remplit pas deux pages du petit format de l'édition de Hollande. Tauvry n'obtint que quelques lignes en 1700, ainsi que Tuillier en 1702 ; mais, en 1703, l'Académie perdit un associé étranger, Viviani, géomètre illustre, disciple de Galilée, et le secrétaire perpétuel lui fit les honneurs d'une séance solennelle, en donnant lecture d'un magnifique exposé de sa vie et de ses travaux, qui, s'il n'est pas un modèle achevé du genre, en est du moins le premier type.

Avant d'étudier l'œuvre de Fontenelle, et de chercher à la caractériser, essayons d'analyser les conditions spéciales de cette éloquence scientifique dont nous venons de raconter les débuts.

(1) *L'Académie des sciences et les académiciens de 1666 à 1793*, par J. Bertrand, p. 16.

(2) *Histoire et Mémoires*, année 1699.

On a dit que l'oraison funèbre était une cérémonie oratoire pour une assemblée de délicats ; je ne sais de qui est cette définition, que j'ai retrouvée sans signature dans mes notes ; mais elle émane d'un esprit sceptique, qui n'a probablement rien vu d'autre dans les éloges de l'Académie des sciences, qu'une brillante conférence scientifique pour une assemblée de profanes. On peut assurément les envisager à ce point de vue, et on leur accorderait certes encore une grande portée ; car c'est un objectif digne d'un orateur et d'un savant que d'exposer dans un style élégant, sous une forme lucide et dans des termes intelligibles, une théorie scientifique plus ou moins ardue, et d'en faire apprécier la valeur à un auditoire étranger à ces questions. Mais ce n'est pas tout d'initier les amateurs de ces cérémonies oratoires ; car il y a parmi eux non seulement des profanes qui demandent à comprendre, mais aussi de ces *délicats* qui veulent être intéressés par l'exposition, charmés par le style, tenus en haleine par une anecdote racontée avec esprit, et réveillés par un trait fin. Il faut satisfaire à toutes ces exigences de la clientèle parisienne des séances publiques de l'Académie, tout en restant digne du corps illustre dont le secrétaire perpétuel est l'organe officiel et attitré. Tout conférencier qui se respecte doit vulgariser sans tomber dans le vulgaire ; à quel niveau devra se tenir ce savant, interprète de l'Académie, parlant devant ses collègues, dans une salle qui est le temple de la science, dont le discours sera lu de l'Europe entière ? Il doit apprécier de haut une évolution nouvelle de l'esprit humain ; en exposant la doctrine, il en marquera la fécondité ou la critiquera avec clairvoyance, et promulguera un jugement qui puisse devenir un arrêt irrévocable. C'est une lourde tâche pour les hommes les plus éminents, et pourtant nous n'avons encore envisagé l'éloge que sous une seule de ses faces et à un point de vue fort étroit. Il s'agit en somme de bien autre chose que de faire une conférence : c'est un confrère défunt qui est l'occasion du discours, et l'orateur

doit faire sa biographie, louer ses débuts, rappeler les titres qui l'ont désigné aux suffrages de l'Académie et montrer comment il a justifié la suprême distinction dont il a été l'objet. En retraçant les rudes combats d'une vie scientifique, on peut trouver l'occasion de réconforter les cœurs défaillants et de provoquer des vocations nouvelles : le secrétaire perpétuel ne manquera pas à cette part de sa mission. Enfin, le savant qui est l'objet de l'éloge était doublé d'un homme dont le noble caractère demande à être mis en lumière, et voici que le rôle de l'orateur devient d'une délicatesse extrême ; car l'homme avait une famille, des amis et des rivaux, et il faut compter avec des exigences aveugles, des susceptibilités souvent mesquines, et quelquefois même avec des préjugés implacables. Telle est, dans toute sa grandeur, la tâche difficile léguée par Fontenelle à ses successeurs.

Revenons à ce premier secrétaire perpétuel, et voyons de quelle manière il entendait son rôle.

On a beaucoup écrit sur Fontenelle. Ce neveu de Corneille était, paraît-il, un bel esprit et un cœur de glace. Mme Geoffrin a affirmé qu'il n'avait jamais fait ah ! ah ! pour rire, ni oh ! oh ! pour admirer ; des contemporains ont ajouté qu'il n'avait jamais couru, jamais interrompu personne, jamais pleuré et surtout jamais aimé. « Il ne faisait rien par sentiment; il ne prenait point les impressions des autres. » Ajoutons ce qu'en a dit Sainte-Beuve (1) : « Il marqua tous les défauts d'une nature privée d'idéal et de flamme, et qui n'avait ni ciel à l'horizon ni foyer intérieur. » Un trait satyrique de J. B. Rousseau complète ce méchant tableau: « C'était le plus joli pédant du monde.» Tel est le portrait peu flatté de Bernard le Bovier, sieur de Fontenelle : le Cydias de La Bruyère aux pensées quintessenciées et aux raisonnements sophistiqués était copié sur lui d'après nature. Avait-il du moins quelques

(1) *Causeries du lundi*, t. III, p. 323.

titres scientifiques ? Ils étaient modestes. Ses entretiens avec la marquise de G... sur la *Pluralité des mondes habités* sont l'œuvre d'un littérateur plutôt que d'un astronome ; il expose à la noble dame le système du monde, des planètes et des tourbillons, tout en discutant avec elle les charmes des beautés brunes et des beautés blondes (1) ; il lui fait un cours d'astronomie cartésienne en se promenant avec elle le soir dans un beau parc, et il revêt la science d'une forme coquette qui plaît à sa spirituelle interlocutrice et l'enjôle à la vérité, suivant le mot de Sainte-Beuve. Ce livre est un chef-d'œuvre de vulgarisation scientifique à l'usage des dames : le système de Copernic y est présenté d'une façon claire et lumineuse, sur un ton badin, dans un style excellent ; le talent de l'écrivain et l'opportunité du sujet firent la fortune de cette œuvre, bien plus que sa valeur scientifique. Ce premier succès lui ouvrit les portes de l'Académie française en 1691 et de l'Académie des sciences en 1697. Pour justifier cette dernière faveur, il publia dans la suite une étude sur les propriétés du nombre 9, une introduction à l'analyse des infiniment petits de M. de l'Hôpital, une théorie des tourbillons de Descartes, et des Éléments de la géométrie de l'infini, dans lesquels ses contemporains relevèrent quelques méprises. Fontenelle ne s'en défendit pas, et il avoua même fort ingenûment que huit hommes seulement en Europe étaient en état de comprendre son traité, et que lui n'en était pas. De nos jours, on ne pardonnerait plus un semblable aveu à un académicien.

L'homme que nous venons de dépeindre nous paraît dénué de toutes les qualités requises pour être l'interprète officiel de l'Académie des sciences; et pourtant il faut reconnaître qu'aucun secrétaire perpétuel ne l'a dépassé et n'a acquis plus de gloire et de popularité dans ces délicates fonctions. La compagnie n'a pas eu de meilleur historien et le recueil de ses éloges est un des plus beaux livres de notre langue.

(1) Premier soir.

Comment expliquer ce mystère ?

En constatant qu'il y a eu dans Fontenelle deux manières. La maturité de l'âge et le commerce des savants corrigèrent le Fontenelle des premières années, objet des épigrammes de Racine, de Boileau et de La Bruyère, et formèrent le Fontenelle de l'Académie. Le grand écrivain de la seconde manière est resté bel esprit, mais il s'est converti et, s'il n'a pas dépouillé entièrement le vieil homme, du moins faut-il lui reconnaître un goût plus pur, des vues plus larges, une forme moins frivole et une philosophie plus solide. Il n'a pas eu les moyens d'approfondir ses connaissances en astronomie et en géométrie, mais il les a singulièrement élargies, et la grande faculté d'assimilation dont il était doué lui a permis d'acquérir un savoir extrêmement varié ; cela suffisait pour apprécier convenablement les travaux de ses collègues des six sections. Son cœur est resté sec, mais il lui suggérera néanmoins quelques mots sympathiques pour raconter une grande infortune ou faire admirer une belle action. Il ne sera jamais éloquent ni sublime, parce qu'il manque de ce *pectus* qui fait les orateurs ; cependant il trouvera dans sa rhétorique de quoi dissimuler cette profonde lacune de son génie, si toutefois ce mot peut lui être appliqué. Bref, il restera fort au-dessous de l'idéal ; mais il deviendra, suivant l'expression de M. J. Bertrand, l'incomparable nouvelliste de la science et il passera à la postérité. Créateur de l'emploi, il l'a fait à sa mesure et l'a admirablement rempli.

Fontenelle a écrit l'Histoire annuelle de l'Académie des sciences depuis 1699 jusqu'en 1740, et il a prononcé l'éloge de soixante-neuf de ses collègues (1) : on peut dire, avec lui,

(1) Voici les noms des académiciens qui ont eu la bonne fortune d'avoir Fontenelle pour panégyriste : Bourdelin ; Tauvry ; Tuillier ; Viviani ; marquis de l'Hôpital ; J. Bernoulli ; Amontons ; du Hamel ; Régis ; Vauban ; Gallois ; Dodart ; de Tournefort ; de Tschirnhaus ; Poupart ; de Chazelles ; Guglielmini ; Carre ; Berger ; J. D. Cassini ; Blondin ; Poli ; Morin ; Lemery ; Homberg ; le P. Malebranche ; Sauveur ; Parent ; Leibnitz ; Ozanam ; de la Hire ; de la Faye ; Gay ; de Fagon ; de Louvois ; de Montfort ; Rolle ;

que ces éloges ne sont qu'historiques, c'est-à-dire vrais. Il faut les lire tous : cependant on peut signaler plus spécialement les éloges de l'Hôpital, du Hamel, Vauban, Leibnitz, Newton, Maraldi, Manfredi et du Fay. Ce sont de charmantes causeries, émaillées de traits d'esprit ; la phrase en est élégante et facile et le tour ingénieux jusqu'à l'excès. Ainsi, il nous confie que le marquis de l'Hôpital avait « cette innocence et cette simplicité de mœurs que l'on conserve ordinairement, quand on a moins de commerce avec les hommes qu'avec les livres ; mais il n'avait point cette rudesse et une certaine fierté sauvage que donne assez souvent le commerce des livres sans celui des hommes. » C'est du Cydias, un souvenir de la première manière. Voici qui est mieux : M. Renau « ne démordait guère ni de ses entreprises, ni de ses opinions ; ce qui assurait davantage le succès de ses entreprises et donnait moins de crédit à ses opinions. » Il se venge de Boileau en rapportant qu'il avait fait hommage d'une de ses satyres (1) au marquis de Dangeau, pour se ménager une entrée à la cour ; « les plus satyriques et les plus misanthropes sont assez maîtres de leur bile pour se ménager adroitement des protecteurs. » A propos de Leibnitz, il dit : « Un savant illustre qui est populaire et familier, c'est presque un prince qui le serait aussi : le prince a pourtant beaucoup d'avantages. » Dans ce même éloge, il apprend à ses auditeurs que « Leibnitz ne s'était point marié ; il y avait pensé à l'âge de cinquante ans, mais la personne qu'il avait en vue voulut avoir le temps de faire ses réflexions. Cela donna à M. Leibnitz le loisir de faire les siennes, et il ne se maria point. » L'Académie des sciences n'a plus retrouvé de secrétaire aussi spirituel.

Renau d'Eliçagaray ; marquis Dangeau ; des Billettes ; marquis d'Argenson ; Couplet ; Méry ; Varignon ; czar Pierre I ; Littre ; Hartsœcker ; Delille ; de Malezieu ; Newton ; le P. Reyneau ; de Tallard ; le P. Truchet ; Bianchini ; Maraldi ; de Valincourt ; Duverney ; comte Marsigli ; Geoffroy ; Ruysch ; de Maison ; Chirac ; de Louville ; de Lagny ; Deschiens de Reysson ; Saurin ; Bœrhave ; Manfredi et du Fay.

(1) La cinquième, sur la noblesse.

Fontenelle mourut en 1757, à l'âge de cent ans moins quelques jours : il avait fallu lui donner un suppléant dès l'année 1740. Aucun membre de l'Académie n'osa accepter une succession que la gloire du premier titulaire rendait difficile. Toutefois, sur les instances de ses collègues, Mairan consentit à remplir provisoirement les fonctions de secrétaire, pour donner le temps de trouver quelqu'un ; mais ce fut sous la condition expresse de pouvoir s'en démettre au bout de trois années. Il ne fut donc, à vrai dire, qu'un secrétaire intérimaire ; il se distingua, néanmoins, dans la situation modeste qu'il s'était créée, et l'on doit regretter l'inflexibilité avec laquelle il maintint sa première décision.

J. J. Dortous de Mairan était un savant physicien doublé d'un littérateur élégant et d'un homme de goût. Voltaire a dit de lui qu'il avait en profondeur ce que Fontenelle avait en superficie, et ses contemporains ont renchéri sur cet éloge si flatteur ; il a reçu tous les hommages réservés au génie, et l'Académie, par une dérogation unique à son règlement, le nomma pensionnaire sans lui faire subir le stage des associés. Enfin, il fut admis à l'Académie française en 1743. La postérité n'a pas ratifié sans réserve le jugement trop enthousiaste que son siècle porta sur lui de son vivant. Sa théorie de l'aurore boréale ne saurait plus être admise : ce brillant phénomène n'est pas dû à l'atmosphère solaire, mais à des actions magnétiques et électriques. La théorie du chaud et du froid, qui consiste à tout rapporter au feu central, est inexacte aussi ; enfin, nous le trouvons bien superficiel dans ses études sur la figure de la terre et sur le mouvement de la lune. Le son ne se propage point par l'intermédiaire d'autant de fluides spéciaux qu'il y a de notes dans la gamme ; cette hypothèse, admise par Voltaire, joua à ce dernier le mauvais tour de lui faire nier l'existence de l'air au moment même où Priestley et Lavoisier en opéraient l'analyse (1).

(1) J. Bertrand, *L'Académie des sciences*, p. 213.

En somme, l'œuvre de Mairan n'a pas été féconde et il ne reste rien de ses travaux. C'est un malheur commun à bien des savants du XVIIIe siècle.

Ses éloges sont moins ingénieux que ceux de Fontenelle, dont il chercha à imiter le tour, sans y réussir pleinement : on n'y trouve plus cette malice enjouée qui fait ressortir un trait saillant de caractère, et qui repose et égaie l'esprit fatigué par un exposé purement technique ; la forme en est un peu sèche. Mais il sait envisager son sujet d'une façon large et il le met bien en lumière. Il a laissé dix éloges : ceux de Petit, du cardinal de Polignac, du cardinal Fleury, de Boulduc, Halley, Brémont, Privat de Molières, Hunault, Bignon et Lémery fils. La figure de Halley domine ce groupe composé par la mort, et sa biographie est assurément la plus intéressante pour nous ; elle permet de juger du talent de Mairan (1).

A l'expiration des trois années stipulées, l'Académie appela Grandjean de Fouchy aux laborieuses et délicates fonctions du secrétariat. C'était un astronome. Dans sa longue carrière d'académicien, de 1731 à 1776, il a produit un certain nombre de mémoires et d'études sur les éclipses de soleil et de lune, sur les irrégularités des immersions des satellites de Jupiter et sur l'excentricité des planètes ; il a observé en 1761 à la Muette, et en 1769 au cabinet du roi à Passy, le passage de Vénus sur le Soleil ; enfin, nous connaissons de lui une série d'observations météorologiques faites à Paris. Il s'est distingué par des méthodes ingénieuses et faciles, et par l'adresse de ses procédés toujours prompts et peu coûteux ; mais la célébrité s'est attachée au nom du secrétaire perpétuel bien plus qu'à celui du savant. Soixante-quatre de ses collègues ont été loués par lui (2) dans le cours des trente années

(1) Les éloges de Mairan ont été publiés par lui-même en 1747 ; ils forment un volume.

(2) Ce sont : de Bragelongne ; marquis de Torcy ; de la Peyronnie ; Bernoulli ; Amelot ; duc d'Aiguillon ; de Crouzas ; Petit ; Terrasson ; Dagues-

pendant lesquelles il remplit ses fonctions : les portraits qu'il nous en a laissés ont le caractère d'une grande simplicité et d'une rigoureuse exactitude ; le style en est correct et noble. Condorcet, qui fut chargé plus tard de louer de Fouchy, a dit qu'il fut moins ingénieux que Fontenelle, mais qu'il eut le mérite de ne pas chercher à l'être ; M. Bertrand fait ressortir l'exacte précision de ses analyses et la froide sagesse de ses éloges ; ces deux jugements peignent bien cet homme modeste et consciencieux, sincère et bon, que Grimm (1) a calomnié quand il disait qu'il paraissait aux gages de l'Académie. Ferme autant qu'affable, Grandjean de Fouchy remplit avec dignité le poste auquel l'avaient appelé ses collègues, et il fut honoré de leur amitié et de leur confiance.

L'âge et son cortège d'infirmités étant venu, le zélé secrétaire perpétuel désira d'avoir un adjoint pour le seconder et partager ses travaux. Pour la première fois, il y eut compétition : la gloire de Fontenelle paraissait moins écrasante. Bailly et Condorcet étaient sur les rangs : Buffon et ses amis, soutenaient le premier, le second avait l'appui de d'Alembert; l'Académie se partagea en deux camps. Les candidats eurent l'idée d'un tournoi littéraire qui décidât entre eux, et ils firent des éloges pour édifier leurs collègues sur leurs aptitudes à l'emploi convoité. Bailly tomba dans l'enflure et la déclamation : la notice sur l'abbé de

seau : marquis d'Albert ; Geoffroy ; Chicoyneau ; Gloane ; d'Ons en Bray ; Wolff ; Folkes ; de Moivre ; de Lowendal ; Helvétius ; Mgr Boyer; Cassini ; de la Gallissonnière ; Réaumur ; Fontenelle ; Nicole ; Jussieu ; Bouguer ; de Vallière ; de Maupertuis ; Winslow; Godin ; Séchelles ; Bélidor ; Rouillé ; de La Caille ; Hales ; Bradley ; marquis Poleni ; comte d'Argenson ; marquis de Montmirail ; Clairaut ; Hellot ; Baron ; Camus ; de Lisle ; Trudaine ; Jars ; Ferrein ; Chappe ; de Parcieux ; duc de Chaulnes ; Nollet ; Rouelle ; Morton ; Mairan ; Morgagni ; Pitot ; van Swieten ; Buache ; Moraud ; Hérissant ; Quesnay ; marquis de la Vallière. Parmi ces noms, il en est un grand nombre qui sont bien oubliés, et il faut reconnaître que le titre d'académicien ne donne qu'une illustration éphémère. Grandjean de Fonchy a publié en 1766 un volume d'Éloges.

(1) *Correspondance littéraire, philosophique et critique.*

Lacaille n'est cependant pas sans valeur. Condorcet prit pour sujet de ses exercices les membres de l'ancienne Académie qui n'avaient pas eu de biographe, Huygens, Roberval, Picard, Mariotte, Rœmer, Pascal, etc.; le mérite de son travail, non moins que la faveur de Voltaire (1), de d'Alembert et de quelques autres amis dévoués, lui donna la palme. Le duc de la Vrillière écrivit à l'Académie, par ordre du roi, pour recommander à la compagnie M. de Condorcet ; Fouchy l'appuya ouvertement et ses collègues émirent un vote dans lequel le candidat « voulut voir l'expression libre et spontanée de leur choix (2). »

Le marquis Caritat de Condorcet était entré à l'Académie dans la section de mécanique, en 1769, dès l'âge de vingt-six ans. Il avait eu la réputation d'un enfant prodige : à seize ans, il soutenait brillamment une thèse d'analyse mathématique en présence de Clairaut, Fontaine et d'Alembert, qui ne lui ménagèrent pas les éloges. En 1765, parut un essai sur le calcul intégral, que d'Alembert et Lagrange louèrent encore sans mesure, et qui fut inséré dans les Mémoires des savants étrangers ; en 1767, le problème des trois corps lui ouvrit les portes de l'Académie. Plus tard, il compléta son premier essai sur le calcul intégral : Lagrange déclara que ce travail était rempli d'idées sublimes. Enfin, il donna sa théorie de la probabilité des jugements, dans laquelle on trouve beaucoup à reprendre. Personne n'a eu plus à se féliciter de ses contemporains, qui lui ont fait un piédestal trop élevé. M. J. Bertrand exprime en ces termes le jugement moins

(1) Voici ce que Voltaire écrivait le 1er mars 1771 à Condorcet : « J'ai reçu, monsieur, un petit ouvrage d'or, à mon 22e accès de fièvre ; je l'ai lu tout de suite. Je ne suis pas guéri, mais je suis en vie, et je crois que c'est à vous que je le dois. Cet ouvrage est un monument bien précieux : vous paraissez partout le maître de ceux dont vous parlez, mais un maître doux et modeste ; c'est un roi qui fait l'histoire de ses sujets. » Le lendemain il disait à d'Alembert que cela était aussi bon que les éloges de Fontenelle.

(2) *L'Académie* etc., par J. Bertrand, p. 221.

enthousiaste de la postérité : « Les écrits mathématiques de Condorcet doivent être lus avec précaution ; quels qu'aient été les suffrages et les applaudissements des contemporains les plus illustres, la postérité impartiale et sympathique à sa mémoire conserve le droit de les juger. Aucun d'eux ne s'élève au-dessus du médiocre : presque complètement oubliés aujourd'hui, ils prouvent seulement, avec l'ouverture de son esprit, la solidité de ses premières études. »

La réputation du secrétaire perpétuel ne fut pas moins surfaite que celle du mathématicien.

La première suppléance qui échut à Condorcet lui fournit l'occasion du brillant début que l'on rêvait pour lui : Fontaine étant mort, Grandjean de Fouchy le pria de prononcer son éloge. Ce travail de vingt-cinq pages lui valut l'admiration de Voltaire. Celui-ci lui écrivait le 5 décembre 1773, avant d'avoir lu le discours : « C'est bien vous qui êtes mon maître, M. le marquis, et qui l'auriez été de Bernard de Fontenelle..... On m'a parlé d'un éloge de Fontaine qui est un chef-d'œuvre ; vous ne sauriez croire quel plaisir vous me feriez de me le faire parvenir... Je ne connais guère que vous et M. d'Alembert qui sachiez présenter les objets dans leur jour et écrire toujours d'un style convenable au sujet... » En même temps, il disait à d'Alembert : « J'écris à M. de Condorcet et je le supplie de vouloir bien m'envoyer son Fontaine, car en vérité je trouve qu'il est le seul qui écrive comme vous, qui emploie toujours le mot propre et qui ait toujours le style de son sujet. » Le 24 décembre, après lecture, il poussait la louange jusqu'à l'hyperbole : « Vous m'avez fait passer, monsieur, un quart d'heure bien agréable ; cela ne m'arrive pas souvent. J'aime mieux voir Alexis Fontaine dans votre ouvrage qu'en original. Je l'ai entrevu autrefois ; il fit un voyage de sa terre à Paris sur un âne, comme les prophètes juifs ; son porte-manteau était tout chargé d'x, que ces prophètes ne connaissaient pas. Vous

tirez *aurum ex stercore Ennii*. Bernard de Fontenelle en tirait quelquefois du clinquant. Vous nourrissez et vous embellissez la sécheresse du sujet par une morale noble et profonde..... Si vous avez besoin de votre copie, monsieur, je vous la renverrai en vous demandant la permission d'en faire une pour moi, qui ne sortira pas de mes mains. » A partir de ce jour, Voltaire exagéra la flatterie jusqu'à écrire sur l'adresse de ses lettres, *Monsieur plus que Fontenelle:* ce mot, à la fin du XVIIIe siècle, dans la bouche de Voltaire, mettait le comble à la réputation de Condorcet.

L'Éloge de Fontaine est une belle page de littérature ; mais le caractère bizarre et difficile du géomètre qu'il s'agissait de louer et la nature de ses travaux présentaient peu d'intérêt, et la manière dont Condorcet a traité ce sujet ingrat ne mérite assurément pas l'enthousiasme dont ses amis ont fait parade : l'on aimerait à voir réserver le nom de chef-d'œuvre à des écrits plus parfaits et à des productions d'un ton plus élevé. Cet éloge fut suivi de celui de La Condamine, qui ne fut ni moins admiré, ni moins applaudi, et lorsqu'en 1776 Grandjean de Fouchy abandonna définitivement ses fonctions, deux ans avant de mourir, Condorcet ne trouva pas de concurrent, et il fut nommé secrétaire perpétuel à l'unanimité des suffrages. En 1782, il entra à l'Académie française, malgré Buffon, dont l'attitude hostile contrastait avec les exagérations de Voltaire et de ses amis : l'illustre naturaliste fut néanmoins loué plus tard sans restriction, et ce noble trait doit être signalé à l'honneur de Condorcet, qui parut avoir tout oublié.

Nombreux sont les éloges qu'il prononça (2) : ceux de

(1) *L'Académie* etc., p. 221.

(2) Nous avons relevé les notices suivantes dans les mémoires de l'Académie : Fontaine ; de La Condamine ; de Haller ; Malouin ; Bourdelin ; de Linné ; les deux de Jussieu ; Bezout ; comte d'Arey ; Lieutaud ; Bucquet ; Flamsteed ; Bertin ; marquis de Courtanvaux ; comte de Maurepas ; Tronchin ; Pringle ; d'Anville ; Bordenave; Bernoulli; de Montigny ; Margraaf ; Duhamel ; Vaucanson ; Hunter ; Euler ; Bezout ; d'Alembert ; de Tressan ;

Haller, Linné, Vaucanson, Euler, Grandjean de Fouchy, Buffon et Franklin sont remarquables entre tous, et ils constituent pour le membre de l'Académie française un titre littéraire plus sérieux que sa Lettre à un Théologien, sa Vie de Turgot, ou la réédition des Pensées de Pascal. Ils ont de grandes qualités : le style en est noble sans cesser d'être précis ; le tour est agréable et fin, quelquefois même caustique, ce qui ne nuit pas à l'intérêt ; les questions les plus difficiles y sont exposées, avec grande compétence, en un langage clair et harmonieux, et l'on ne remarque pas trop que le ton en est uniforme et un peu gris. Condorcet avait dans ses notices quelque prétention à l'éloquence : on peut regretter qu'il soit tombé parfois dans une manière ampoulée, et nous sommes d'autant plus sensibles à ce défaut que Fontenelle nous y avait moins habitués. Comment a-t-on pu comparer deux talents aussi différents ? Pour la postérité, Condorcet n'est assurément pas Monsieur plus que Fontenelle.

Quelques phrases, écrites dans ce que Buffon appelait méchamment un jargon d'hôpital, trahissent les préoccupations extra-scientifiques du secrétaire perpétuel, qui se détachait peu à peu de la science pour verser dans la politique : on devine à quelques traits l'économiste systématique, ennemi de Necker et ami de Turgot ; le philosophe de l'Encyclopédie se montre dans certaines formules sonores, et l'on croit par moments pressentir le futur girondin. L'Éloge de Franklin, prononcé en 1789, lui donna l'occasion d'une sortie contre les constitutions prétendues éternelles : peu de temps après, il faisait partie de la Commune, puis il entrait à l'Assemblée législative. Il fallut

Wargentin ; Macquer ; Bergmann ; Morand ; Cassini de Thury ; comte de Milly ; marquis de Courtivron ; duc de Praslin; Guettard ; de Gua ; marquis de Paulmy ; Bouvart ; de Lassone ; cardinal de Luynes ; Grandjean de Fouchy ; Buffon ; Franklin. Ces éloges sont reproduits dans l'édition complète des œuvres de Condorcet, publiée par les soins de MM. A. Condorcet, O' Connor et Arago, chez Firmin Didot, en 1847 ; ils avaient déjà été réimprimés à Paris en 1799.

le suppléer : l'Académie lui donna des suppléants temporaires, renouvelables tous les trimestres ; ce furent tour à tour Fourcroy, de Jussieu, Sage et Bovy. Puis vint la tourmente : le 18 novembre 1782, un décret suspendit la nomination aux places vacantes et bientôt après, le 8 août 1793, la ci-devant Académie des sciences fut supprimée. « La République n'a pas besoin de savants, » avait dit Fouquier-Tinville. De fait elle égorgea Saron, Malesherbes, La Rochefoucault, Lavoisier, Condorcet (1) et Bailly ; et, si Haüy, Desmarets et quelques autres échappèrent aux massacres de septembre, ce fut par miracle.

L'Académie était une des gloires de la patrie : elle devait renaître.

La constitution de l'an III établissait un Institut national ; ce legs de la Convention fut accepté par le Directoire et, le 15 frimaire an IV (6 décembre 1795), vingt savants se réunirent d'office, sous la présidence du vénérable Daubenton, pour reconstituer l'Académie sous le nom de première classe de l'Institut ; le titre d'Académie, qui aurait pu réveiller des souvenirs de l'ancien régime, était aboli. Un décret du 29 brumaire fixa le nombre des membres de la Classe à soixante. Trente-sept survivants de l'ancienne compagnie en formèrent le noyau, et ce fut de ces vétérans de la science que les nouvelles recrues reçurent les traditions d'un passé glorieux (2). Mais les temps

(1) Condorcet échappa à l'échafaud en absorbant un poison subtil que lui avait préparé Cabanis et qu'il portait renfermé dans le chaton de sa bague; c'était le 8 avril 1794. En 1814, le même poison épargnait Napoléon à Fontainebleau (Marco Saint-Hilaire).

(2) Il est difficile, pour qui ne possède pas les derniers procès-verbaux de l'ancienne Académie de donner exactement les noms de ceux qui la représentaient dans la classe des sciences physiques de l'Institut ; c'étaient probablement Lagrange, Laplace, Delambre, Borda, Bossut, Monge, Lalande, Méchain, Le Roy, Périer, Lemonnier, Pingré, Prony, Brisson, Coulomb, Fourcroy, Legendre, Vandermonde, Messier, Cassini, Rochon, Charles Cousin, Guyton, Berthollet, Darcet, Haüy, Lamark, Desfontaines, Daubenton, Adanson, Jussieu, Portal, Duhamel, Desessarts, Tenon et Broussonnet. Les particules étaient tombées pendant la tourmente ; elles reparaîtront dans la suite.

étaient bien changés : plus exigeante que ne le fut aucun roi, la république imposa à l'Institut un serment solennel de fidélité, et Lacépède dut jurer, au nom de ses collègues, en face du conseil des Cinq Cents, le 21 janvier 1796, *haine éternelle à la royauté ;* le comte de Lacépède regretta sans doute plus tard ce vœu imprudent, qu'il ne tint pas du reste, non plus que ses collègues, chevaliers, comtes ou barons.

La loi du 15 germinal an IV promulgua le réglement de l'Institut : l'article 5, relatif aux secrétaires, était rédigé en ces termes : « Dans la première séance de chaque semestre, chacune des classes procédera à l'élection d'un secrétaire..... chaque secrétaire restera en fonctions pendant un an, et ne pourra être réélu qu'une fois. La première fois on nommera deux secrétaires, et l'un d'eux sortira six mois après par la voie du sort (1). » Les secrétaires n'étaient donc plus perpétuels.

La tradition des éloges fut conservée néanmoins, et nous trouvons dans les Mémoires de l'an IV, l'Éloge de Vandermonde par Lacépède et celui de Pingré par Prony. L'an V, Lassus donna lecture de notices sur les *citoyens* Pelletier et Bayen, puis Cuvier loua Daubenton et Lemonnier et encore, l'année suivante, L'Héritier, Gilbert et d'Arcet ; la même année Lefèvre-Gineau fit l'éloge de Borda.

Le 3 pluviose an XI, le premier consul, membre de la première classe de l'Institut (2), modifia l'œuvre du Directoire en adjoignant une quatrième classe, celle des beaux-arts, aux trois premières. L'article II de l'arrêté rétablissait les secrétaires perpétuels ; ils devaient être au nombre de deux, l'un pour les sciences mathématiques, l'autre pour les sciences physiques ; ils ne faisaient partie d'aucune

(1) *La Fondation de l'Institut national*, par E. Maindron, REVUE SCIENTIFIQUE, 22 janvier 1881.

(2) *Bonaparte, membre de l'Institut national*, par E. Maindron, REVUE SCIENTIFIQUE, 10 septembre 1881. Napoléon était entré dans la section de Mécanique en 1797 ; il donna sa démission le 10 avril 1815.

section, et jouissaient d'un traitement exceptionnel de 6000 francs, au lieu de 1500, somme allouée aux membres ordinaires. Les premiers titulaires furent Delambre et Cuvier : ils furent nommés en 1803. Les documents dont je dispose ne me permettent pas d'expliquer comment Lacépède fut amené à prononcer en 1806 l'Éloge de Dolomieu : ce travail est excellent du reste, et l'on peut regretter que de hautes dignités aient empêché l'illustre naturaliste de remplir l'office de secrétaire perpétuel, auquel il convenait à merveille. L'organisation de la compagnie est restée, dans ses grandes lignes, ce que l'avait faite le décret consulaire : elle récupéra son titre si honorable d'Académie, en vertu de l'ordonnance royale de 1816, et ne fut point modifiée en 1832, lorsque la monarchie de juillet rétablit l'Académie des sciences morales et politiques (1).

Delambre remplit ses fonctions jusqu'en 1822, Cuvier jusqu'en 1832 : le second eut seul l'honneur d'occuper un fauteuil à l'Académie française ; il y succéda à M. de Roquelaure, évêque de Senlis, en 1818.

Un traité d'astronomie et son Histoire de la science ont rendu populaire le nom de Delambre : celui qui fut chargé de le louer a peut-être exagéré son admiration en déclarant que chaque page de ces deux remarquables ouvrages porte l'empreinte de l'invention et du génie ; mais il faut reconnaître que Delambre a exposé magistralement l'histoire et les conquêtes de cette science sublime, première création du génie de l'homme, entièrement développée aujourd'hui et portée au plus haut degré de la perfection. Après avoir cultivé d'abord les belles-lettres, il avait senti naître en lui une vocation d'astronome, et il eut le bonheur d'être remarqué de Lalande, sous les auspices duquel il débuta dans sa nouvelle carrière. La publication des Tables d'Uranus et de Jupiter fit sa réputation, non moins que

(1) La création des académiciens libres remonte à 1816. Les cent correspondants avaient été accordés à la première classe par le premier consul.

ses travaux pour la détermination d'un arc de méridien entre Dunkerque et Barcelone. Cette grande œuvre, à laquelle collabora Méchain, a été exposée dans une remarquable monographie qui a pour titre : Base du système métrique ; c'est un document précieux pour l'histoire du nouveau système de poids et mesures, et un monument impérissable du savoir et du zèle des deux illustres astronomes.

Les quelques lignes que nous venons de consacrer à la biographie du savant nous font prévoir ce que fut le secrétaire perpétuel : le beau talent d'exposition dont il était doué, son goût excellent et l'étendue de sa science l'avaient désigné aux suffrages de ses collègues ; ils ne furent pas trompés dans leur attente, et les éloges qu'il prononça sont remarquables par leur simplicité, leur fidélité et leur forme littéraire. Delambre y a révélé la douceur de son caractère et la générosité de son cœur. Les académiciens à la mémoire desquels il a rendu hommage sont les suivants : Méchain, Brisson, Coulomb, Lalande, Berthoud, Montgolfier, Bougainville, Maskelyne, Malus, Lagrange, de Fleurieu, Bossut, Lévêque, Tenon, Rochon, Messier et Périer.

La grande figure de Cuvier est une de celles qu'on n'ose dépeindre en peu de traits : rappelons seulement que cet homme universel avait embrassé l'étude de toutes les sciences et qu'il a fait réaliser à l'une d'elles des progrès prodigieux ; c'est un des plus beaux génies de ce siècle (1). Il avait l'art d'écrire avec une grande élégance l'histoire de ses découvertes et de celles d'autrui, et le rapport qu'il présenta en conseil d'État à l'empereur Napoléon sur les progrès des sciences naturelles depuis 1789 est un magnifique tableau, considéré comme une des plus belles œuvres de la littérature scientifique. Ses éloges sont remarquables à tous égards, mais nous signalerons surtout l'heureux choix des anecdotes dont ils sont semés : c'est sa manière à

(1) Cuvier a été appelé l'Aristote du XIXe siècle.

lui de faire ressortir le caractère des hommes, en intéressant les lecteurs et en leur arrachant souvent un sourire. Dans sa longue carrière, il eut la bonne fortune d'avoir à louer des savants de premier ordre ; ce sont Priestley, Cels, Adanson, Broussonnet, Lassus, Ventenat, Fourcroy, Dessarts, Cavendish, Beauvois, Banks, Duhamel, Richard, Thouin, Haüy, Berthollet, Lacépède, Ramond, Hallé, Corvisart, Pinel, Davy, Vauquelin et Lamark (1).

A la mort de Delambre, l'Académie nomma une commission de présentation, qui proposa Biot, Fourier et Arago ; Fourier l'emporta avec une forte majorité. A ce propos, Arago rapporte un incident dont on s'égaya beaucoup alors. Laplace, ayant pris deux billets, inscrivit sur chacun d'eux le nom de Fourier ; puis, il les mit dans son chapeau et affecta d'en tirer un au sort, en disant : « Vous voyez, j'ai fait deux billets ; je vais en déchirer un et je mettrai l'autre dans l'urne, de sorte que j'ignorerai moi-même pour lequel des candidats j'aurai voté. » Un voisin trop curieux avait été témoin du jeu ; il se donna le nouveau tort d'être indiscret.

Fourier partagea jusqu'en 1833 les fonctions de secrétaire avec Cuvier. Il avait été autrefois secrétaire perpétuel de l'Institut d'Égypte, et il y avait gagné une réputation d'homme éloquent ; c'était lui qui avait rendu un dernier hommage aux vainqueurs d'Héliopolis et de Sédiman, Kléber et Desaix, morts bien différemment le même jour. Devenu baron et préfet de l'Isère, il mena de front l'administration de son département avec des recherches scientifiques qui lui valurent le grand prix de mathématiques en 1812 : un préfet lauréat de l'Institut, le fait est rare ! La première restauration le conserva à son service ; Napoléon, à son retour de l'île d'Elbe, lui donna néanmoins la pré-

(1) Les éloges de Cuvier ont été publiés en trois volumes par la maison Firmin-Didot, Paris, 1861. Une première édition en avait déjà été donnée à Paris et Strasbourg en 1827.

fecture du Rhône avec le titre de comte ; mais un dissentiment survenu avec Carnot, ministre des Cent Jours, ne lui permit pas de garder ce poste considérable, et il reprit ses études. L'Académie le reçut en 1816 parmi les académiciens libres, mais Louis XVIII refusa d'abord de sanctionner cette nomination. Fourier était cependant moins coupable que ceux qui avaient juré autrefois haine éternelle à la royauté ; le roi le comprit et il confirma le second vote émis en sa faveur en 1817. Fourier entra enfin à l'Académie française en 1826, à la mort de Lémontey.

La théorie analytique de la chaleur est le principal titre de gloire de Fourier : c'est un des chefs-d'œuvre de la physique moderne. La réputation littéraire de l'écrivain repose sur les éloges qu'il prononça ; ceux de Delambre, Herschel, Bréguet, Charles et Laplace, témoignent d'un style pur et élégant, qui le met au rang des plus heureux interprètes de la science (1).

Arago succéda à Fourier et Flourens à Cuvier.

Mais on se lasse de répéter que les secrétaires perpétuels de l'Académie étaient tous de grands savants et des littérateurs éminents. Qu'on nous dispense donc de le dire désormais ! Arago est du reste devenu si populaire, nos pères l'ont tant admiré, on lui a prêté tant de génie qu'il serait superflu d'insister ! Peut-être la postérité aura-t-elle la tentation d'atténuer la louange plutôt que de l'exagérer. Comme son prédécesseur Condorcet, il a joué un rôle politique ; comme lui, il a reçu l'encens du parti avancé auquel il apportait le concours de son talent et l'autorité de son nom. Des opinions libérales peuvent contribuer grandement à la renommée d'un secrétaire perpétuel qui mêle la controverse à la biographie des savants et à l'analyse de leurs travaux : Arago aurait eu moins de succès, s'il avait été conservateur. Lorsqu'il lut

(1) Les éloges de Fourier n'ont point été publiés à part, et il faut les lire dans les Mémoires de l'Académie.

l'Éloge de Fresnel à la séance du 26 juillet 1830 (1), des applaudissements frénétiques accueillirent certaines critiques, dont une partie de l'Académie avait désiré la suppression, et qui auraient pu le conduire au donjon de Vincennes, d'après le sentiment du duc de Raguse. Plus tard, il ne se contenta pas de louer Condorcet, Bailly, Monge et Carnot, il fit leur apologie, confondant, dans une admiration toute méridionale, savants et acteurs du grand drame révolutionnaire. De discrètes et sages réserves auraient eu moins d'écho. Arago n'avait certes nul besoin de se recommander à ses contemporains : il le fit malheureusement, et nous sommes déjà témoins aujourd'hui d'une réaction, conséquence fatale de toute exagération.

Les éloges qu'il a prononcés sont remarquables. Humboldt fait ressortir (2) « le soin critique qu'il y a porté dans la recherche des faits, l'impartialité des jugements, la lucidité des expositions scientifiques et une chaleur qui grandit à mesure que le sujet s'élève ; » c'est le jugement d'un ami, mais on peut y souscrire, en faisant toutefois quelques réserves. Arago était assurément un admirable vulgarisateur, et ses notices de l'Annuaire du Bureau des longitudes ont puissamment contribué à l'éducation scientifique de notre siècle ; mais, quand ce charmeur élevait la voix au nom de l'Académie, il sacrifiait un peu la profondeur de l'exposition au désir d'être accessible à tout le monde. Les auditeurs se croyaient initiés, et ils acclamaient avec enthousiasme ce maître extraordinaire, qui leur frayait les épineux sentiers de la science et les conduisait si facilement aux sommets élevés, d'où le regard embrasse les vastes horizons ; mais ils étaient le jouet d'une illusion, et en somme ils n'avaient bien compris ni les phénomènes d'interférences, ni les théories de la chaleur, dont ils avaient applaudi le

(1) La révolution éclatait le lendemain.

(2) Introduction aux *Œuvres complètes* de François Arago, Paris, Gide et Baudry, 1854.

brillant exposé. Aujourd'hui, à la lecture, ces discours tant vantés nous paraissent trop superficiels, et il semblerait qu'Arago se soit vulgarisé lui-même. Nous nous étonnons de certaines inexactitudes ; comment un secrétaire perpétuel a-t-il pu écrire que l'usage des éloges a été institué par le règlement de 1799, alors que nous savons que Fontenelle en a eu l'inspiration et l'initiative? Le grand Arnaud ne s'appelait pas d'Arnaud, etc. (1). Les éloges de Condorcet, Carnot, Bailly, Monge et Gay-Lussac sont disproportionnés dans leurs diverses parties, et ce défaut de leur plan les dépare singulièrement. Fresnel n'a qu'une biographie un peu longue et par suite assez pâle. Les dimensions nécessairement restreintes des éloges académiques constituent une difficulté du genre, nous l'avouons, mais elles contribuent à leur charme. On regrette qu'Ampère n'ait pas le cadre qui convient à sa grande figure. Dumas a bien mieux compris et dépeint cette intelligence supérieure. Les meilleurs éloges sont ceux de Volta, Young, Fourier, Watt et Poisson (2) : ce sont les premiers par ordre de date, et les plus justement célèbres.

Flourens aurait pu être éclipsé par son illustre et séduisant collègue ; il ne le fut pas néanmoins, et l'Académie française voulut peut-être en témoigner en le recevant seul dans son sein, en 1840. Il était méridional lui aussi, mais d'une nature plus calme ; son style était plus travaillé et plus délicat, mais sa voix ne s'échauffait pas autant, et la parole toujours précise du savant physiologiste ne se colorait pas de nuances aussi vives. Fontenelle, Buffon et Cuvier étaient ses maîtres, et il leur consacra des études remarquables, par lesquelles il a aussi bien mérité de la science que des lettres françaises. Ses éloges empruntent un grand charme à l'accent particulier qui leur est propre : ils portent les noms de Percy, G. Cuvier, Chaptal, Des-

(1) *Éloge de Condorcet*, Œuvres, t. II.

(2) Les éloges d'Arago ont été publiés en tête de ses œuvres complètes ; l'Eloge de Fresnel est posthume.

fontaines, de Labillardière, de Jussieu, F. Cuvier, Pyramus de Candolle, du Petit-Thouars, Blumenbach, Delessert, Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire, Léopold de Buch, de Blainville, Thénard, Magendie, Tiedemann et Duméril (1). Cette belle carrière remplit près de trente-trois ans (2); Flourens mourut en 1867.

Élie de Beaumont avait depuis longtemps remplacé Arago. De 1857 à 1872, il donna la biographie de Coriolis, Beautemps-Beaupré, Legendre, Œrsted, Bravais, Puissant et Plana ; celle de Coriolis n'a pas été publiée. Le savant illustre, qu'on a appelé le Képler de la géologie, sut assouplir son langage, et l'Académie dut se féliciter de l'avoir appelé au fauteuil de Fontenelle. La logique était la qualité maîtresse de son style : on la retrouve dans ses éloges, non moins que ce merveilleux talent de discussion, cette large érudition et ce tour spirituel qui donnent tant de charme à quelques-uns de ses écrits. Ses fortes études le mettaient à même de rendre justice à tous les mérites ; ce géologue était un excellent mathématicien qui, pour établir sa théorie du réseau pentagonal, et formuler la loi des alignements, avait résolu des milliers de triangles. Ses confrères de la science nouvelle, généralement peu nourris d'algèbre et de trigonométrie, avaient peine à le lire. De longtemps aucun d'eux ne sera secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques !

Le successeur d'Élie de Beaumont a rendu hommage à son noble caractère, en disant qu'armé de patience, de fermeté et de douceur, son esprit modéré et prudent se montra juste et bienveillant pour tous dans le poste délicat qu'il occupait (3). L'Académie eut en effet alors

(1) Un recueil des éloges de Flourens a été publié en 1856 par Garnier frères ; il forme 3 vol. in-12.

(2) Coste suppléa Flourens en 1866, et il prononça pour lui l'Éloge de Dutrochet, qui fut très remarqué. Embryogéniste éminent, Coste est surtout connu comme promoteur de la pisciculture en France. Il avait préparé l'Éloge de Moquin-Tandon, quand la mort le surprit.

(3) M. J. Bertrand, *Éloge d'Élie de Beaumont*, prononcé en 1875.

deux secrétaires qui ont fait époque, et les noms de J. B. Dumas et d'Élie de Beaumont resteront associés dans le souvenir reconnaissant de la Compagnie.

L'éminent chimiste avait été élu à la place de Flourens en 1868. Il était depuis trente-six ans membre de l'Académie.

L'œuvre scientifique de Dumas est trop grande pour que nous osions l'apprécier : son génie ne peut être loué que par ses pairs. Émule de Lavoisier, il a reconstruit la chimie organique sur des bases nouvelles : le dualisme de Berzélius a été battu en brèche par sa théorie des substitutions ; ses études sur les alcools, les acides gras et les fermentations, la découverte de l'oxamide et tant d'autres travaux considérables ont ouvert une ère d'une merveilleuse fécondité (1). Son nom a été l'un des plus glorieux de l'Europe savante, et nos maîtres les plus illustres croyaient s'honorer en se proclamant ses humbles disciples : M. Pasteur vient d'être leur éloquent interprète dans cette séance mémorable où un savant prenait de nouveau possession d'un fauteuil de l'Académie française, occupé jadis par Buffon, Vicq d'Azir, Cabanis et enfin par Dumas (2). Il a retracé avec émotion la carrière étonnante de cet « éveilleur d'idées », de cet « allumeur d'âmes » qui a suscité tant de vocations scientifiques ; il a dépeint cet homme extraordinaire qui, « en toutes choses, a été grand » ; il a bien jugé son esprit et son cœur, en déclarant qu'il avait « l'esprit ouvert à toute œuvre et à tout homme ». Nous autres, les derniers venus de la science, nous avons applaudi le touchant hommage rendu à la bonté de ce vieillard, qui avait donné aux plus jeunes et aux plus

(1) Un célèbre chimiste allemand, M. Hoffmann, a publié dans la *Nature* anglaise, du vivant de Dumas, une notice remarquable sur ses travaux : elle a été traduite et publiée dans la *Revue scientifique* des 13 et 27 mars 1880. C'est un magnifique hommage rendu au génie français par la science étrangère.

(2) Séance du 10 décembre 1885; réception de M. J. Bertrand.

inconnus des marques d'une paternelle bienveillance, que nous n'oublierons jamais. Quelle tâche pour le biographe qui devra faire ressortir « la puissance, l'élévation, la délicatesse ingénieuse, la sagesse, la mesure, la grâce et la bonté » de ce grand savant (1) ! Le successeur de Fontenelle qui a tracé ce dernier portrait pourrait dire, comme lui, qu'il n'est qu'historique, c'est-à-dire vrai.

Aucun chimiste n'a jamais publié ses travaux sous une forme plus claire et plus attrayante ; aucun professeur n'a excité plus d'enthousiasme ; son enseignement, aux larges horizons, a fait époque dans les chaires de la capitale. Sa parole avait un agrément et un charme incomparables ; son style, c'était lui, et l'on disait : le style de Dumas. Pardessus tout, ce qu'il lisait, ce qu'il écrivait, était ordonné et lucide. Dumas était désigné entre tous ses collègues pour être secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. L'Académie française l'invita enfin à occuper en 1875 le fauteuil de Guizot.

De 1848 à 1870, la politique, « cette grande accapareuse », avait détourné le chimiste de ses recherches ; cette période ne fut néanmoins pas perdue complètement pour la science, car elle contribua peut-être à mieux préparer son esprit au rôle nouveau auquel devait l'appeler la confiance de ses collègues. En effet, sa pensée se porta sur les grands problèmes de la science, et il en creusa la profondeur : ses admirables discours sont le fruit d'une longue méditation. Au charme de sa parole se joint une philosophie élevée, qui domine les grandes questions tout en pénétrant au fond des doctrines, et fait succéder à la synthèse la plus large l'analyse la plus délicate. On proposait autrefois aux secrétaires perpétuels l'exemple de Fontenelle, dont on admirait le tour ingénieux ; on leur souhaitera désormais d'être philosophes comme Dumas. Puissent-ils, comme lui, ne pas oublier que l'hommage rendu par eux à la mémoire de leurs confrères ne s'arrête pas sur

(1) Discours prononcé sur la tombe de J.-B. Dumas par M. J. Bertrand.

cette terre, mais qu'il « monte vers des régions plus heureuses, où il est reçu par une âme immortelle et digne de son immortalité (1). »

Dumas a prononcé les éloges de Faraday, Pelouze, Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, de la Rive, Alexandre et Adolphe Brongniard, Balard, Regnault, Charles et Henry Sainte-Claire Deville (2).

Nous n'aurons pas la hardiesse de vouloir analyser et encore moins la témérité d'oser louer ces chefs-d'œuvre par le détail. Il faut les lire pour les goûter, et les méditer pour en comprendre la portée ; tous y trouveront un charme inexprimable et quelques-uns un profit considérable.

MM. J. Bertrand et Jamin sont aujourd'hui secrétaires perpétuels de l'Académie des sciences : le premier, qui est devenu membre de l'Académie française, a déjà fait les éloges d'Élie de Beaumont, Poncelet, Lamé, Le Verrier, Belgrand, Combes et de la Gournerie ; le second a rendu hommage en 1885 à la mémoire d'Arago.

Les traditions de Fontenelle se continuent, et chaque année la collection des Éloges s'enrichit ainsi d'un nouveau joyau. Elle forme aujourd'hui une admirable galerie de plus de trois cents tableaux, tous exécutés de main de maître. On y voit les portraits des savants les plus illustres ; Lavoisier seul attend encore un peintre. C'est un musée dans lequel on peut lire, comme à Versailles, l'histoire des conquêtes de la science et suivre des yeux les accroissements incessants de son domaine. Ce monument fait l'envie des nations et des académies étrangères ; il a été élevé par le génie français à la gloire des sciences et de la patrie.

Aimé Witz,
professeur aux Facultés catholiques de Lille.

(1) *Éloge de de la Rive.*

(2) Ces éloges viennent d'être publiés en deux volumes par M. Gauthier-Villars : il semblerait, à voir ce bel ouvrage, que l'on ait voulu faire rendre aux types eux-mêmes un dernier hommage à l'éloquence de Dumas.

RENÉ DE SLUSE

Correspondance de René-François de Sluse publiée pour la première fois et précédée d'une introduction, par M. C. Le Paige, professeur de géométrie supérieure à l'Université de Liège. (Extrait du *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche.*) Rome, 1885, in-4°.

I

Singuliers caprices de la renommée ! Dans ce siècle où la science paraît tenir le sceptre du monde, on exhume d'obscurs meneurs de bandes, des diplomates et des administrateurs de rencontre, pour leur donner une page dans l'histoire et quelquefois un bronze sur les places publiques, — et voici un savant de premier ordre, reconnu et salué comme tel par les premiers génies de son siècle, les Pascal, les Newton, les Huygens, dont le nom est profondément inconnu dans sa propre patrie ! Combien de personnes en Belgique, nous parlons des gens instruits, connaissent aujourd'hui le nom de René de Sluse ? Combien surtout savent ce qu'il a fait, quels sont ses titres de gloire, la place qu'il a tenue dans le grand mouvement scientifique du XVIIe siècle ? A Liège même, dans cette ville où il remplissait des fonctions éminentes et qu'il a illustrée, « à peine repose-t-il sous les dalles de l'église de Visé, que le silence se fait autour de son nom. » Pendant plus d'un

siècle, nul ne songe à raconter sa vie. Il faut arriver à 1810 pour rencontrer un historien, Villenfagne, qui mentionne son nom avec le regret de n'avoir pas de documents suffisants pour retracer sa biographie. Trente ans plus tard, un autre érudit, Van Hulst, puis M. Bormans, commencent à recueillir ses travaux et quelques débris de sa correspondance, pas assez pour reconstituer sa personnalité et son œuvre scientifique.

D'ailleurs, c'étaient là des historiens ou des lettrés, nullement des géomètres ; ils ne pouvaient réellement mesurer la valeur de l'illustre Liégeois ; une connaissance approfondie des mathématiques et de leurs progrès au XVIIe siècle était nécessaire pour cela. Puis, les documents faisaient défaut : un petit volume de géométrie et d'analyse, quelques articles publiés dans les *Philosophical Transactions*, de rares lettres égarées dans les œuvres de Pascal, c'était tout ce qu'on possédait de ses travaux scientifiques. Aussi Montucla, Chasles dans l'*Aperçu historique*, presque toutes les biographies sont d'un laconisme excessif sur la vie et les écrits de Sluse.

Et cependant, il s'agissait bien d'un savant de haute valeur ; le témoignage des contemporains est là ! Géomètre profond, qui eût disputé la palme à Pascal et à Newton si sa modestie ne l'eût retenu ; jurisconsulte universellement admiré, latiniste et littérateur distingué, historien doué d'un jugement critique éminent, orientaliste consommé, observateur sagace dans toutes les branches des sciences naturelles, tel nous le montrent les correspondances de l'époque et ce qui nous reste de ses écrits. « De tous les géomètres que j'ai connus, écrit Huygens au secrétaire de la Société royale de Londres, c'est le plus savant et le plus loyal à la fois. » Cité avec honneur par Pascal dans plusieurs passages de son *Histoire de la roulette*, de Sluse reçoit de lui ce bel éloge (1) : « Pour vous,

(1) *De l'escalier, des triangles cylindriques*, etc., p. 443 du t. II des Œuvres de Pascal, édition Hachette.

monsieur, vous en êtes bien éloigné (de s'attribuer ce que d'autres ont trouvé), puisque vous ne voulez pas même avoir l'honneur de vos propres inventions ; car je crois que, pour faire savoir que vous avez trouvé, par exemple, cette parabole qui est le lieu qui donne les dimensions des surfaces des solides de la roulette autour de la base, il faudrait que ce fût moi qui le dise, aussi bien que les merveilles de votre nouvelle analyse, et tant d'autres choses que vous m'avez fait l'honneur de me communiquer avec cette bonté que vous avez pour moi... » Oldenburg, fondateur de la *Société royale*, disait de lui et d'Huygens : « les deux meilleurs mathématiciens de l'Europe », et en rendant compte dans les *Transactions* du traité que Sluse avait publié sous le nom de *Mésolabe*, il ajoutait : « Pour ce qui regarde ce livre, on juge ici (en Angleterre), et la même estime se rencontrera sans doute partout chez les lettrés, que c'est le plus remarquable progrès qui ait été fait dans cette branche de la géométrie depuis le fameux mathématicien et philosophe Descartes. » Aussi fut-il élu, le 16 avril 1674, par un suffrage unanime, membre de la Société royale de Londres, honneur que de Sluse n'a partagé qu'avec un petit nombre de Belges.

Dans une lettre à Oldenburg, à propos de sa méthode des tangentes dont il sera question plus loin, Newton écrivait : « Il m'a paru par votre première lettre que le très illustre Sluse s'est imaginé, d'après ce que vous lui aviez écrit à mon sujet, que je m'étais attribué sa méthode pour mener les tangentes... Votre opinion est que Sluse l'aurait trouvée quelques années avant la publication de son *Mésolabe*, par conséquent avant que j'y fusse arrivé moi-même. Quoi qu'il en soit, comme il l'a le premier communiquée à ses amis et au monde savant, c'est bien à lui qu'elle appartient. Pour le fond de la méthode, je pense qu'elle est la même que la mienne, quoique dérivée de principes différents. » Wallis, Barrow ne s'exprimaient pas avec moins de considération. Enfin La Hire, dans son

Traité de la construction des équations analytiques, écrit ceci : « M. de Sluse, un des grands génies de ce siècle, non seulement dans la géométrie, mais encore dans toutes les belles sciences, nous a donné un *Mésolabe* et ensuite son analyse... Ayant été sollicité plusieurs fois de donner au public ce que j'avais fait sur ce sujet, j'ai cru qu'auparavant j'étais obligé de savoir de M. de Sluse s'il n'était pas dans la résolution de s'acquitter de sa promesse, et que je ne devais pas lui servir de prétexte pour ôter aux savants l'occasion de jouir de ses belles pensées. »

Ce n'était pas seulement dans les sciences exactes que de Sluse jouissait de cette haute renommée. « Outre la profonde érudition dont il était orné, dit le *Grand Dictionnaire historique* de Moréri, il savait aussi parfaitement le grec, l'hébreu, l'arabe et les autres langues orientales et, pendant un séjour assez long qu'il fit à Rome, le Pape l'employa souvent à traduire des lettres qui lui venaient des évêques grecs, arméniens et autres prélats de l'Orient (1). » « L'autre savant dont je fus charmé, écrivait le célèbre Sorbière, est... M. René François de Sluize, personnage tout à fait accompli. Il est homme d'environ quarante ans, de famille noble, de belle physiognomie, qui a vu le monde, qui est estimé du Prince, et dont les prodigieuses connaissances des langues, du Droit civil et canon et de la mathématique ne gastent la modestie qui lui est fort naturelle. » Saint-Évremond le cite, à côté de Hobbes, comme un de « ces grands jurisconsultes qui pourraient être des législateurs eux-mêmes ». Enfin, M. Kurth dit de son étude historique sur le meurtre de saint Lambert que « ce fut, comme tout ce qui sortait de la plume de l'éminent chanoine, un travail vraiment scientifique et qui opposa des arguments sérieux au scepticisme historique des contradicteurs. »

Nous pourrions multiplier ces citations; celles-là suffisent

(1) T. XI, p. 464.

pour montrer la valeur exceptionnelle de René de Sluse, et, en même temps, la nécessité d'une réparation pour l'injuste oubli qui pèse sur sa mémoire. M. Le Paige qui, comme géomètre distingué et comme compatriote de Sluse, avait des titres tout particuliers pour entreprendre cette sorte de réhabilitation, vient de l'inaugurer avec un succès auquel nous nous empressons d'applaudir. C'est sur la recherche de la correspondance et des manuscrits de Sluse que se sont d'abord portés ses efforts, efforts largement récompensés par d'heureuses trouvailles. *Dix-neuf lettres* de Sluse à Pascal, dont deux à peine avaient été publiées dans les œuvres de ce dernier, et dont les minutes ont été retrouvées à la Bibliothèque nationale de Paris par le zèle érudit de M. Aristide Marre, ainsi qu'une quantité de travaux manuscrits de l'illustre Liégeois ; *soixante-une lettres* de Sluse à Huygens, parfaitement inédites, déterrées à la demande de M. Le Paige parmi la correspondance de Huygens, à la bibliothèque de Leyde, par M. Bierens de Haan ; *quarante-deux lettres* à Oldenburg et à Wallis, tirées des archives de la Société royale de Londres, et dont un petit nombre seulement avaient paru dans les *Philosophical Transactions ;* beaucoup d'autres lettres, imprimées déjà, mais éparpillées dans divers ouvrages ; telle est la matière du volume que M. Le Paige a fait paraître, d'abord en articles dans le précieux recueil du prince Boncompagni, puis en tiré-à-part. Nous ne doutons pas qu'il excite un vif intérêt parmi les savants ; ils y trouveront une foule de choses ingénieuses et de détails inédits.

M. Le Paige a fait précéder son travail d'un récit des événements, d'ailleurs peu nombreux, de la vie du savant liégeois, d'un exposé précis de ses titres mathématiques, et de recherches sur sa généalogie. Il se défend, avec une modestie qu'on trouvera excessive, d'avoir voulu donner dès à présent une vraie biographie de son illustre compatriote : on comprendra que cette ambition soit beau-

coup plus loin encore de notre pensée. Pour traiter dignement un tel sujet, pour apprécier comme il convient tout ce que la science doit à René de Sluse, tout ce qu'il aurait pu lui donner s'il eût été dans des conditions plus favorables, il faudrait joindre à une étude approfondie des matériaux exhumés par M. Le Paige une connaissance parfaite de l'histoire des méthodes mathématiques au XVIIe siècle, à l'époque de leur plus brillant développement sous l'impulsion de Descartes, de Leibnitz, de Newton, des Bernoulli ; il faudrait enfin se livrer à de sérieuses recherches dans cette foule de documents précieux, notes, essais, etc., de René de Sluse, dont M. A. Marie a reconnu l'existence dans les manuscrits 10159, 10197, 10248, etc., de la Bibliothèque nationale. C'est un travail qui, nous l'espérons bien, tentera un jour ou l'autre quelque mathématicien belge, et l'Académie de Bruxelles pourrait en hâter l'apparition en lui affectant l'un des prix de Stassart. Notre seul désir ici est de contribuer à la restauration de cette illustre et noble figure en donnant une rapide esquisse de sa vie et de ses travaux, en même temps qu'une analyse des documents que la vaillante activité et l'intelligence de M. Le Paige et de ses collaborateurs ont arrachés à la poussière des bibliothèques.

II

René-François de Sluse naquit à Visé, le 2 juillet 1622, de Renaud de Sluse et de Catherine Walteri, dont les frères furent des personnages éminents dans l'Église. René était l'aîné de quatre enfants, dont l'un, Jean Gualtère, devint plus tard cardinal sous Innocent XI ; un autre, Pierre-Louis, fut baron du Saint-Empire. M. Le Paige s'est livré à des recherches de bénédictin pour reconstituer la généalogie de notre savant et fixer l'orthographe de son nom, tour à tour écrit *Sluze*, *de Sluze*, *de Sluyze*, etc.

Nous ne le suivrons pas dans ce travail, nous bornant à dire que l'orthographe véritable est *de Sluse*, et que la famille à laquelle il appartenait et qui s'est continuée jusqu'en notre siècle, était de petite noblesse, avec de bonnes alliances, et remontait probablement jusqu'en 1420. A partir de 1595, un certain Renard de Sluse est établi à Visé et la suite se retrouve facilement.

On ne sait vraiment presque rien de la vie de René de Sluse, ses compatriotes ayant négligé de recueillir ce qui pouvait éclairer ses biographes ; les matériaux manquent pour une biographie un peu complète, il faut aller les puiser aux sources les plus disparates.

On sait cependant que sa jeunesse, dirigée en partie par ses oncles maternels, fut entourée de soins et de nobles exemples. Destiné par ses parents à l'état ecclésiastique, il vint à l'Université de Louvain de 1638 à 1642 : ainsi notre vieille Université peut réclamer quelque chose de la gloire attachée au nom de Sluse.

De Louvain, René se rendit à Rome, y suivit les cours de la *Sapience*, obtint en 1643, étant déjà prêtre, le diplôme de docteur en droit ; puis se livra avec ardeur à l'étude des langues anciennes et des langues orientales, ainsi que des mathématiques et des sciences naturelles : il devint rapidement un maître dans toutes ces branches du savoir humain. Ce furent là les belles années de René de Sluse, celles vers lesquelles son souvenir se reportait sans cesse plus tard lorsque, absorbé à Liège par des occupations arides et sans portée, il éprouvait comme une nostalgie douloureuse pour les régions de la vie intelligente.

Nommé chanoine du chapitre de Saint-Lambert à Liège en 1651, élu en 1655 directeur du même chapitre, puis choisi par le prince Maximilien de Bavière comme membre du conseil privé en 1659, René de Sluse se vit dès lors chargé d'affaires administratives et contentieuses souvent épineuses, de missions délicates et compliquées, et presque totalement absorbé par ces questions ingrates qui l'empê-

chaient de poursuivre ses chères études. Plongé dans un milieu auquel les recherches scientifiques étaient tellement étrangères qu'il ne trouvait à Liège ni un mathématicien avec qui s'entretenir, ni un libraire en état de le tenir au courant de ce qui se publiait, Sluse laisse échapper ses regrets dans sa correspondance : « Ici, ces études languissent, quand elles ne sont pas totalement inconnues, » écrit-il à Huygens ; et plus tard, à Oldenburg : « Ces questions laissent ici le monde froid; les hommes instruits appliquent leurs facultés à la jurisprudence ou aux autres sciences plus estimées du vulgaire. Nous avons bien quelques adeptes de la chimie, mais en vue de la médecine ou de l'argent : *personne, que je sache, ne scrute les secrets de la nature dans le seul but de les pénétrer.* » C'était uniquement par son commerce épistolaire avec les savants étrangers que le savant chanoine continuait à respirer l'atmosphère des études mathématiques. On le trouve en relation avec les premiers géomètres, résolvant leurs questions, leur posant les siennes, s'intéressant à tout ; avide d'être instruit des progrès de la géométrie, et toujours au niveau des plus distingués dans le monde de la science. C'est en le suivant dans cette correspondance qu'on peut le mieux apprécier son génie et ses autres qualités.

Nous le voyons d'abord, de 1657 à 1665, correspondant avec Pascal et avec Huygens. Ses lettres à Pascal, écrites en français, offrent un grand intérêt. A part une discussion sur le texte hébreu d'un passage d'Isaïe, où, malgré « son peu de capacité en pareille matière », il se montre parfaitement au courant de la difficulté, elles roulent presque exclusivement sur des questions de mathématiques. Sluse y revient, à plusieurs reprises, sur une catégorie de courbes que Pascal nomme « vos lignes *en perle* », et dont il étudie les propriétés et fait de belles applications. Ce sont des courbes algébriques, encore intéressantes aujourd'hui (1) ;

(1) Leur quadrature dépendrait maintenant de l'intégration des différentielles binômes.

par des méthodes qu'il n'indique pas, Sluse parvient à trouver les tangentes, les aires, les points de maximum, les points d'inflexion, les centres de gravité, et une foule de propriétés élégantes de ces courbes.

On sait que c'est en 1658 que Pascal, sous le nom de Dettonville, porta aux géomètres un défi consistant à résoudre plusieurs questions difficiles relatives à la cycloïde, aux parties de sa surface, à la longueur de ses arcs, aux solides engendrés par sa révolution autour de différentes droites. Bien qu'empêché de se livrer à cette recherche par d'autres occupations et « parce que la connaissance qu'il a de semblables matières n'excède pas celle du commun », de Sluse fait savoir à Pascal qu'il a déjà résolu plus d'une de ces questions, entre autres tout ce qui touche à la mesure de la cycloïde et de ses parties « d'une manière universelle qui comprend non seulement la cycloïde proposée ou primaire mais infinies autres », — et les résultats qu'il communique à Pascal semblent avoir excité l'étonnement et l'admiration du grand géomètre. Aussi, dans son *Histoire de la Roulette*, Pascal ne manquait pas de citer honorablement les essais du savant chanoine : « J'ai trouvé de belles choses dans leurs lettres et des manières fort subtiles de mesurer le plan de la Roulette, et entre autres dans celles de M. Sluze, chanoine de la cathédrale de Liège. » Il s'agit ici d'une invention fort ingénieuse, en effet : de Sluse avait généralisé d'une manière remarquable la génération de la cycloïde (1), en imaginant un point qui se meut d'un mouvement uniforme sur une courbe quelconque, pendant que celle-ci est transportée avec une vitesse également uniforme. Il savait démontrer, dans ce cas, une relation élégante entre certains segments de la courbe engendrée et le centre de gravité de la courbe génératrice. Ces questions de quadratures, aujourd'hui du domaine du calcul inté-

(1) On sait que c'est la courbe décrite par un point de la circonférence d'un cercle roulant sur une droite sans glissement, ou par un clou de la roue qui roule sur un plan horizontal.

gral, étaient alors traitées par la *méthode des indivisibles* de Cavalleri, et la correspondance de Sluse nous prouve qu'il avait pénétré à fond l'esprit de cette méthode ; car, dans une de ses lettres, il répond à des difficultés soulevées contre elle par un certain Le Blanc, disant : « Tout ce qu'il oppose aux indivisibles a déjà été objecté ci-devant et résoud (*sic*). »

Un autre passage de ces lettres offre un véritable intérêt pour la science en même temps qu'il fait le plus grand honneur au génie de Sluse. Après avoir remercié Pascal de lui avoir indiqué les découvertes de Roberval, « lesquelles me semblent aussi belles que son humeur à les tenir secrètes me semble incommode, » Sluse ajoute dans une lettre suivante : « J'avais écrit quelque chose dans une lettre (s'il m'en souvient) de la méthode universelle de tirer des touchantes aux roulettes qui n'a d'autre principe que celle des mouvements dont elles sont composées, ce qui s'étend aussi à une infinité d'autres lignes, et j'en croyais être le premier auteur. Mais je vois que M. de Roberval en avait déjà produit une toute semblable et peut-être la même. » Ce passage, et la manière de considérer la généralisation de la cycloïde ne laissent aucun doute : Sluse avait découvert par lui-même, et peut-être avant Roberval, la belle méthode des tangentes qui a conservé dans la science le nom de ce dernier ; méthode qui consiste, comme on le sait, à regarder la courbe comme engendrée par un point mobile, à résoudre le mouvement de ce point en deux mouvements plus simples, rectilignes ou circulaires, et à déduire du principe de la composition des vitesses la direction de la vitesse du mobile ; par suite, celle de la tangente à la trajectoire qu'il dessine (1).

On remarque encore, dans les lettres de Sluse à Pascal,

(1) Il existe dans les manuscrits de Sluse, à Paris, deux notes, — *De tangentibus cycloïdum ; — Applicatio ejusdem methodi ad tangentes earum linearum quarum motus componentes novimus*, — qui doivent rouler sur cette méthode. Il y aurait donc un vif intérêt à examiner ce travail.

le passage suivant : « Pour les touchantes, je les ai tirées universellement en toutes (les lignes en perle) par une règle très simple et très facile, laquelle je vous enverrai si vous le désirez; » et pour répondre au désir de Pascal, il lui envoie en effet dans une autre lettre cette méthode, « tirée d'une plus universelle qui comprend toutes les ellipsoïdes, même avec un peu de changement les paraboloïdes et les hyperboloïdes, » c'est-à-dire les courbes algébriques fermées ou infinies. Ainsi, Sluse possédait dès lors sa méthode analytique pour mener les tangentes aux courbes, sur laquelle nous reviendrons et qui est un de ses premiers titres de gloire.

A cette époque, Sluse s'occupait aussi de la construction des racines des équations; il annonce à Pascal que « pour ne pas avoir la peine de décrire quelque traité de géométrie qu'il avait fait ci-devant touchant l'invention de deux moyennes proportionnelles et les problèmes solides, il s'est résolu à en faire tirer quelques copies par la presse », et il les envoie à Pascal « par les coches de Sedan. » C'était le *Mesolabum*, le seul ouvrage de géométrie que René de Sluse ait publié.

Enfin, nous citerons un dernier passage, intéressant au point de vue de l'enseignement de l'Université de Louvain à cette époque. Il était question à Paris de l'impression d'un traité de Descartes *sur l'homme*, mais il manquait une personne habile pour en tracer les figures anatomiques. Sluse propose pour cela son ancien professeur de Louvain, *Gutischovius*, « très adroit à faire choses semblables et fort affectionné à la mémoire de M. Descartes, avec qui il a eu des entretiens très particuliers l'espace de quelques mois en Hollande où il s'était rendu tout exprès pour ce sujet. »

De Sluse, d'après cette correspondance, avait dû recevoir de Pascal une douzaine de lettres ; il est bien regrettable que la dispersion des papiers de Sluse fasse prévoir la perte définitive de ces précieux écrits.

III

La correspondance entre de Sluse et Huygens paraît avoir commencé en 1657 à la suite d'une visite du père du célèbre Hollandais. Elle est aussi remarquable par les résultats intéressants qui s'y trouvent que par la variété des sujets traités.

La géométrie a cependant toujours la grande part. Sluse propose à Huygens de belles questions de *maximum*, dignes encore aujourd'hui d'être traitées par le calcul ; des problèmes sur les tangentes aux courbes, sur l'évaluation des espaces plans ou solides. On y trouve, par exemple, le problème, depuis lors si souvent et si élégamment résolu, de décrire une section conique tangente à cinq droites données. Sluse résout aussi des questions posées par son illustre partenaire, ou lui communique le résultat de ses propres recherches, soit sur la construction des racines d'équations déterminées, soit sur les centres de gravité, ou sur d'autres points élevés de géométrie infinitésimale. L'un des plus jolis de ces résultats (1) ayant été contesté par Huygens, Sluse, tout en cédant avec une modestie charmante, le pousse peu à peu et l'amène à reconnaître l'exactitude, parfaite d'ailleurs, de son théorème.

Sluse envoie ensuite à Huygens de nombreux résultats sur ses lignes *en perle*, sur leurs aires, leurs centres de gravité, les solides engendrés par leur révolution, leurs points d'inflexion, leurs tangentes : « J'ai ramené à une

(1) « Si l'on fait tourner la cissoïde de Dioclès autour de son asymptote, le volume du solide infiniment effilé qui en résulte est égal à celui du tore décrit par la révolution du cercle générateur autour de la même asymptote. » Sluse n'explique pas comment il a obtenu ce résultat, dant la démonstration exige aujourd'hui l'intégration d'une différentielle binôme ; il paraît s'être appuyé sur le théorème de Guldin.

facilité extrême, dit-il, cette méthode des tangentes tirée de la raison connue des ordonnées aux parties de l'axe, que j'avais trouvée il y a plusieurs années, de telle sorte que de la seule inspection de l'équation qui exprime les coordonnées de la courbe en termes analytiques, je puis mener la tangente presque sans aucun calcul (1). » D'autres lettres sont relatives à la publication du *Mésolabe* et aux questions qui y sont traitées, à la résolution des équations du troisième degré par des intersections de coniques ; aux problèmes posés par Pascal et dont les géomètres de Leyde se préoccupent de leur côté ; aux *paraboles virtuelles* de Grégoire de Saint-Vincent, sur lesquelles Sluse demande le sentiment de Huygens ; aux *lignes spiriques* de Perseus (2) sur lesquelles Sluse paraît avoir travaillé sérieusement. Ailleurs, il propose des problèmes sur la théorie des nombres, « *licet rebus arithmeticis non æque ac geometricis delecter* ».

Puis, la mécanique et l'astronomie ont aussi leur tour. Huygens lui a envoyé une de ses nouvelles horloges (3), arrivée malheureusement en assez mauvais état ; Sluse le remercie et admire beaucoup son génie mécanique. Plus tard, on discute les lois du choc des corps formulées par Descartes, lois que Sluse, avec beaucoup de raison du reste, refuse d'admettre : il dit que dans un corps mobile trois choses doivent être prises en considération, sa masse, l'impulsion qui lui est communiquée, la vitesse dont il est animé. Sur d'autres points, il paraît n'être pas d'accord avec Huygens, et on lit ces lignes remarquables : « Si l'on n'admet pas le principe de Descartes sur la constance de la

(1) Lettre du 18 août 1667.

(2) Ce sont, comme on le sait, les sections planes du tore ; dans les temps modernes, Pagani, de la Gournerie, et d'autres savants s'en sont beaucoup occupés. Les manuscrits de Sluse à la Bibliothèque de Paris renferment des travaux sur ce sujet ; il serait bien intéressant de les mettre au jour.

(3) On sait que c'est Huygens qui a imaginé d'appliquer le pendule pour régler les horloges.

quantité de mouvement dans l'univers, on doit rejeter tous les fondements de sa philosophie. Ajoutez que, si vous accordez que cette quantité puisse diminuer, on ne voit plus où il faudra s'arrêter dans cette voie, à moins d'admettre qu'une nouvelle quantité soit produite par les agents naturels, à savoir, *par les agents libres*, sur quoi je demande votre manière de voir (1).

Les dernières lettres roulent sur l'astronomie; Sluse envoie des observations d'éclipses ou de comètes reçues de ses amis d'Italie, des considérations sur Saturne, sur le système des planètes, et, quoiqu'il observe une religieuse réserve vis-à-vis de l'interdiction dont est frappée la doctrine de Copernic, on voit assez clairement percer sa prédilection pour ce système; chose naturelle d'ailleurs, vu ses relations intimes avec Viviani, le dernier disciple de Galilée (2). La physique intervient aussi. Sluse se félicite des grands progrès que cette science fait tous les jours, depuis qu'au lieu d'examiner les choses dans les livres des philosophes, on cherche la vérité dans l'observation de la nature. Là-dessus, il propose à Huygens un thermomètre assez original de son invention : dans un tube fermé, on place de l'eau saturée de sel, et quelques boules de cire lestées de plomb, de manière à se trouver en équilibre à peu près indifférent dans le liquide. Il observe que la chaleur amène ces boules au-dessus, que le froid les fait descendre au fond du tube.

Enfin, l'érudition, les renseignements de toute nature, la littérature même ont leur part. Le père d'Huygens est poète, Sluse ne dédaigne pas de versifier en latin, et, à propos d'une inondation qui a désolé en 1658 la ville

(1) Voir la *Revue des quest. scient.*, t. V., art. du R. P. Carbonnelle.

(2) « Quid quod etiam Mediceos planetas loco suo movet et perpetuo supra Jovem attollit ? Ne scilicet aliud sit in natura centrum præter hanc terram quam incolimus. O curas hominum ! Eadem opera poterat Venerem ac Mercurium epicyclo Ptolemaïco restituere, ne solem in centro habere videatur. » Lettre du 8 oct. 1660.

de Liège, il envoie à Huygens ce quadruple chronogramme :

LaMbertVs orat, et preCantIs In fIDe
abeVnt CaLenDIs MartIIs
VnDas MathIas In pLateas CongerIt
CeDIt geMVItqVe LegIa.

Il est difficile de savoir pour quel motif la correspondance cessa ; peut-être le séjour d'Huygens à Paris en fut-il l'occasion. Dans des lettres postérieures adressées à Oldenburg, de Sluse se plaint en termes voilés du silence du grand géomètre hollandais à son égard.

IV

L'ouvrage de Sluse dont nous avons déjà parlé, le *Mésolabe*, parut en 1659. Sluse n'aimait pas à publier, autant par modestie qu'à cause du peu d'accueil que les productions scientifiques trouvaient alors à Liège. Il fallut les instances d'Huygens pour l'y décider. Une seconde édition plus complète et plus importante vit le jour à Liège en 1668 (1). C'est à cet ouvrage surtout que le nom de Sluse doit d'avoir figuré dans l'histoire de la science. Voici, en quelques mots, le sujet de la première partie.

Le problème de construire un cube double d'un cube donné, qui avait surgi dans l'antiquité à l'occasion, dit-on, d'un oracle d'Apollon, avait occupé un grand nombre de géomètres grecs, tels que Platon, Ménechme,

(1) *Renati Francisci Slusii Mesolabum seu duæ mediæ proportionales inter extremas datas per circulum et per infinitas hyperbolas vel ellipses et per quamlibet exhibitæ, ac problematum omnium solidorum effectio per easdem curvas. Accessit pars altera de analysi et miscellanea.* Leodii Eburonum MDCLXVIII.

Hippocrate de Chio, etc., et ce dernier l'avait ramené au problème plus général de la détermination de deux moyennes proportionnelles entre deux droites données (1). Diverses solutions en avaient été données par la géométrie pure. Hippocrate le résolvait par l'intersection de deux paraboles, ou d'une parabole et d'une hyperbole, ce qui se révèle aujourd'hui à l'écolier le plus novice. Sluse se proposa d'en trouver des solutions plus variées, et ce qui donne de l'intérêt à ses recherches, c'est que, bien que les constructions soient effectuées sans algèbre, à la manière des anciens, on voit fort bien que Sluse y est parvenu par la géométrie analytique de Descartes, ce qu'il explique d'ailleurs dans la deuxième partie de son livre. Il résout le problème des deux moyennes proportionnelles, d'abord par l'intersection d'un cercle et d'une ellipse, puis d'un cercle et d'une hyperbole, et cela d'une infinité de manières. Il généralise ensuite, ramène les divers cas de l'équation du troisième degré à des questions géométriques (construction de segments sur des lignes droites) et résout ces problèmes par les intersections des mêmes courbes. Enfin, à la page 44, il donne un résultat beaucoup plus élégant, comme l'a remarqué M. Chasles, en résolvant la question au moyen d'une ellipse *déjà donnée d'avance*, et d'une autre ligne, cercle ou hyperbole, convenablement choisie.

L'importance de ces recherches consiste surtout dans la *méthode*, qu'il explique dans la seconde partie *(Pars altera de analysi)*. Lorsqu'on doit résoudre une équation du troisième degré à une inconnue, on peut, de bien des manières, la faire résulter de la combinaison de deux équations à deux inconnues par l'élimination de l'une de celles-ci ; si l'on regarde ces deux inconnues comme des *variables*, les deux équations figureront alors deux courbes en coordon-

(1) C'est-à-dire de deux lignes x et y satisfaisant aux relations $a : x = x : y = y : b$.

nées cartésiennes, et les valeurs des inconnues se rapporteront aux points d'intersection de ces deux courbes. La construction des courbes donnera donc la solution de l'équation proposée, et cela, avec d'autant plus de facilité et d'élégance qu'on aura choisi des courbes plus faciles à tracer. L'adresse du géomètre consiste donc à trouver, parmi toutes les combinaisons de deux équations qui reproduisent celle du troisième degré, celle qui conduit à la construction la plus simple. Ainsi, ces solutions de Sluse ne représentaient pas des combinaisons *géométriques* analogues à celles d'Hippocrate, mais des éliminations et des transformations analytiques d'une véritable importance au point de vue de l'avancement de l'algèbre. Aussi cette *Pars altera*, dans laquelle Sluse dévoile au lecteur la marche qui l'a conduit à ses solutions géométriques, constitue tout un petit traité, avec applications, de la résolution des équations au moyen des intersections de courbes. Il n'est pas douteux que ces méthodes, imparfaites à certains égards, n'aient exercé une heureuse influence sur les progrès de l'algèbre, parce que l'allure des courbes, en faisant prévoir d'avance la position des points d'intersection, indique la voie à suivre pour approcher indéfiniment par le calcul des valeurs des inconnues, ce que l'algèbre eût peut-être trouvé difficilement toute seule. Il faut remarquer (p. 90) la manière ingénieuse dont de Sluse étend sa méthode aux équations *solides* non simplifiées, et l'habileté qu'il montre dans le maniement de la géométrie analytique.

« Sluse, dit Bossut, se distingua dans cette partie de la géométrie mixte par l'élégance de ses constructions (1).»

« La manière de construire ces sortes de problèmes solides a été enseignée par plusieurs, écrit à son tour le savant Étienne de Angelis, mais celui qui a dépassé de loin les limites imposées aux autres a été le très noble et très

(1) *Hist. génér. des mathém.*, 3e Période, ch. 2.

illustre géomètre René François de Sluse, Liégeois, dans son admirable *Mésolabe* où il résout ces questions de mille manières. » Montucla, Oldenburg, Chasles s'expriment aussi d'une façon fort élogieuse.

Le reste du volume, sous le titre de *Miscellanea*, renferme encore nombre de choses intéressantes. Sluse y traite d'abord *De infinitis spiralibus*. Archimède avait remarqué le rapport de la surface de sa spirale à celle du cercle ; Sluse considère des spirales plus générales, engendrées par un point mobile dont le mouvement radial et le mouvement de circulation ont un rapport arbitraire, et, combinant la méthode des indivisibles avec les propriétés des paraboles, il exprime par un théorème élégant le rapport entre un secteur quelconque de la spirale et le secteur circulaire correspondant. Il généralise plus loin sa méthode et l'applique à la mesure de surfaces planes assez compliquées, lignes en perle, etc., ce qui le conduit à d'ingénieux théorèmes. — *De maximis et minimis.* — *De puncto flexus contrarii.* — Sluse résout ici des problèmes de maximum assez difficiles, et l'on sait combien ces questions touchaient de près à l'invention du calcul infinitésimal ; ensuite, par des considérations ingénieuses, il applique sa solution à la recherche des points *d'inflexion* de la *conchoïde* de Nicomède, montre comment on les construit par l'intersection d'une parabole, et établit ce résultat, remarquable pour l'époque : une infinité de conchoïdes étant décrites avec le même pôle et la même asymptote, leur points d'inflexion seront tous sur une même parabole. — *De loco ad quem est punctum incidentiæ lineæ minimæ quæ ducitur a puncto dato ad parabolam.* Ici, généralisant un théorème d'Apollonius, il fait voir que, si d'un point extérieur on abaisse des normales sur une série de paraboles de même axe et de même sommet, le lieu des points d'incidence sera une ellipse.

Les autres chapitres sur les centres de gravité du conoïde hyperbolique, des lunules d'Hippocrate de Chio, mon-

trent son habileté à manier les indivisibles. Dans un dernier chapitre, *De problematis arithmeticis*, il retrouve et généralise de belles propriétés des nombres dues à Diophante, en se servant du calcul algébrique.

Tel est cet ouvrage remarquable, accueilli, comme nous l'avons dit, avec admiration par les géomètres de l'époque et dont Montucla a pu dire : « Ces *Miscellanea* ou mélanges de géométrie sont très propres à faire honneur à leur auteur et montrent les progrès profonds qu'il avait faits dans l'analyse. »

V

En 1667, Oldenburg venait de fonder, avec quelques hommes éminents comme Newton, Wallis, Barrow, la Société royale de Londres et les *Philosophical Transactions;* il était en quête de correspondants qui le tinssent au courant des nouvelles scientifiques dans les différents pays, et il s'adressa à de Sluse, dont la réputation avait franchi le détroit. Sluse se hâta de se mettre à sa disposition et commença avec lui un échange de lettres fort intéressantes. L'érudition du savant belge y apparaît sous un nouveau jour. Non seulement il s'informe et informe Oldenburg des livres nouveaux qui paraissent en France, en Allemagne, en Italie, mais il répond avec élégance et netteté aux questions de son correspondant sur l'histoire naturelle de la Belgique. Tantôt il lui envoie des notes sur la géographie physique du pays, sur ses roches, ses minéraux industriels ; tantôt il décrit le mode d'exploitation de la houille à Liège, ou la vertu des eaux de Spa et leur composition chimique ; tantôt il explique son thermomètre, discute les expériences de Boyle, celles du P. Kircher, en qui il n'a guère confiance ; tantôt il expose avec une justesse remarquable le régime des vents en Belgique, tel qu'on le retrouve encore de nos jours :

« Les vents d'Ouest, plus fréquents et plus violents que les autres, nous apportent de l'humidité avec une chaleur modérée. Celui du Nord-Ouest, qui souffle une partie de l'année, est très nuisible : froid et humide, il nous amène la pluie en été et la neige en hiver. Les vents du Nord et de l'Est sont presque toujours paisibles, ceux du Midi aussi, principalement pendant l'été. Quoique la chose ne soit pas très régulière, j'ai noté cependant que sur la fin de l'hiver il s'élève souvent des vents d'Ouest qui fondent les neiges et, au grand dommage des riverains, font déborder les rivières. Puis viennent les vents du Sud, qui nous procurent d'ordinaire au début du printemps une chaleur marquée, mais qui, vers le milieu d'avril, cèdent la place aux vents du Nord, lesquels, par un retour fort pénible, nous rendent les nuits froides de l'hiver. Ils sont d'ailleurs modérés, pourvu que le vent de Nord-Ouest ne se mette pas de la partie, et faiblissent encore à mesure que le soleil décline vers le nord. Si les vents du Sud leur succèdent, ce qui arrive parfois, nous jouissons alors de chaleurs supérieures même à celles de l'été. Vers le solstice arrivent des pluies fortes et régulières accompagnées de vents d'Ouest et de Nord-Ouest, et ces pluies refroidissent la température plus qu'il n'est nécessaire. A la fin d'août et au commencement de septembre, c'est encore le vent de Nord-Ouest qui domine, ramenant la pluie et le froid. Mais le vent du Sud, en lui succédant, renouvelle souvent les chaleurs de l'été, comme il est arrivé cette année où, après trois mois de pluies, nous avons goûté pendant six semaines à partir de la mi-septembre un air d'une douceur et d'une sérénité non interrompues, si ce n'est pendant trois jours. »

Néanmoins, c'est toujours la géométrie qui tient le haut du pavé, et c'est même dans cette correspondance que se détachent plusieurs inventions remarquables de Sluse. Il s'y montre d'abord l'émule de Wren sur des questions difficiles de géométrie analytique. Plus tard, nous le voyons

lutter avec Huygens dans la solution d'un problème célèbre de géométrie, le problème d'Alhazen : il s'agissait, étant données la position d'un point lumineux et celle de l'œil de l'observateur, de déterminer le point où se réflète le rayon lumineux sur un miroir sphérique, soit convexe, soit concave. Sluse commence par ramener la question à des termes purement géométriques, puis il l'attaque par la méthode analytique, afin de trouver le point cherché par des intersections de coniques suivant son procédé habituel. Il en donne une première solution fort compliquée ; mais, dans les lettres suivantes, il arrive à des tracés plus simples, généralise sa construction, et finit par la réduire à des principes suffisamment faciles.

Nous n'insisterons pas sur ce point, désireux d'arriver à une invention qui place Sluse immédiatement après Leibnitz et Newton dans l'histoire de la découverte du calcul infinitésimal, découverte que les deux illustres savants allaient se disputer avec acharnement.

Depuis que Descartes avait représenté les lignes courbes par une équation entre deux *coordonnées* variables, le problème de mener une tangente à une courbe donnée en un point donné mettait chaque jour les géomètres à deux doigts de cette grande invention, parce que la direction de la tangente est intimement liée, comme on le sait assez, à la dépendance qui existe, en vertu de l'équation de la courbe, entre les premiers accroissements des deux coordonnées ; c'est ce que Barrow, entre autres, avait bien vu. De là à chercher la dernière raison des variations correspondantes de deux quantités dépendant l'une de l'autre, il n'y avait qu'un pas.

C'est aussi par cette voie analytique que de Sluse paraît être parvenu à sa méthode des tangentes, dont il était en possession, comme on l'a vu, bien avant 1558, donc bien avant Leibnitz et Newton. Après en avoir fréquemment entretenu Oldenburg, et sur le désir exprimé par celui-ci, il lui explique sa règle pour mener les tangentes dans une

longue lettre du 17 janvier 1673, qu'Oldenburg reproduisit dans les Transactions, et qui commence ainsi : « Je vous envoie, très noble sir, ma méthode pour trouver les tangentes à des courbes géométriques quelconques, la soumettant à votre critique et à celle des hommes éminents de votre Société. Elle me paraît si rapide et si simple qu'on peut l'enseigner à un enfant qui n'est pas géomètre, et que, sans aucun calcul pénible, elle s'étend absolument à toutes les courbes. » Il donne ensuite la règle qu'il a trouvée (1), l'explique par un certain nombre d'exemples, et montre comment il faut procéder dans certains cas où il se produirait quelque difficulté.

Nous avons déjà remarqué l'estime que Newton faisait de cette méthode ; elle ne fut pas moins admirée des autres savants de l'époque, mais l'invention du calcul différentiel, survenue peu de temps après, fit bientôt oublier la méthode ingénieuse du savant belge, et c'est là sans doute une des raisons pour lesquelles de Sluse n'occupe pas dans l'histoire le rang auquel il pouvait aspirer. Elle suffit toutefois pour autoriser la conjecture que, placé dans un courant de vie scientifique plus intense, Sluse eût été capable de ravir à Leibnitz et à Newton l'honneur de cette sublime découverte. En l'inscrivant l'année suivante au nombre de ses membres, la Société royale témoigna clairement le prix qu'elle attachait à ce travail. Sluse reçut cet honneur avec sa modestie habituelle, mais avec une joie sensible : « *Quid splendidius quam tot illustribus viris accenseri, et*

(1) Pour trouver la *sous-tangente* a, étant donnée l'équation de la courbe entre x et y, on rejette les termes constants ; on met d'un côté les termes où entre x, de l'autre les termes où entre y ; on multiplie chacun des premiers par l'exposant de x dans ce terme, et chacun des autres par l'exposant qui y affecte y ; on remplace dans les premiers un facteur x par a. L'équation donne la valeur de a. En réalité, on voit que la règle ne s'applique que si l'équation est algebrique rationnelle. L'effort de Leibnitz et de Newton a été, précisément, d'embrasser dans leurs formules générales les équations irrationnelles et transcendantes.

cum Virgiliano Ænea se quoque principibus permixtum cernere (1)*!* »

VI

D'autres raisons contribuèrent à ralentir le zèle de Sluse pour les recherches scientifiques. Sa santé toujours délicate, les chagrins que lui occasionnèrent des pertes de famille et l'ingratitude odieuse d'un personnage qu'il ne nomme pas, le désenchantement de la gloire humaine dont il s'était d'ailleurs toujours tenu détaché, enfin l'accablement des affaires administratives qui ne lui laissaient aucun loisir. Nommé en 1666 abbé d'Amay ou Ama, il prit en affection cette pittoresque bourgade où l'on admire encore un élégant jubé dont il fit présent à l'église. Il était aussi administrateur de la grande prévôté de Saint-Lambert.

Les études littéraires, pour lesquelles il avait eu toujours une vive prédilection, lui servaient de délassement. En 1668, nous le voyons se mesurer avec un lettré français, Le Laboureur, auteur d'une dissertation sur la prééminence de la langue française sur la langue latine, dissertation « *tersam, elegantem, amœnam* », dit de Sluse. Mais cela ne suffisait pas à le convaincre, et à son tour, dans un latin d'une pureté et d'une élégance dignes de la plus belle époque, il essaya d'établir la supériorité de la langue de Cicéron. Les deux lettres qu'il écrivit à Sorbière sur ce sujet et qui sont devenues rares (2), furent réunies par Sorbière à celles de Le Laboureur : les connaisseurs affirment que la dissertation de Sluse est aussi remarquable par la finesse de l'argumentation que par la pureté du langage.

(1) Le diplôme conférant cette dignité à notre savant est aujourd'hui la propriété de M. Le Paige.

(2) M. Le Paige les a reproduites dans son ouvrage.

Dans les dernières années de sa vie, René de Sluse trouva encore le moyen de se distinguer sur un terrain qui lui paraissait bien étranger, celui de la critique historique. Son premier travail est intitulé : *De tempore et causa martyrii B. Lamberti Tungrensis episcopi diatriba chronologica et historica* (1) ; il se rapporte à un point obscur d'une époque elle-même très mal connue.

D'après la version la plus accréditée, saint Lambert avait été assassiné par Dodon, frère de la belle Alpaïde, pour laquelle Pepin de Herstal avait répudié sa femme Plectrude ; c'était une vengeance des reproches que le saint évêque aurait lancés à Pepin au sujet de son inconduite ; mais une autre version, peu autorisée, attribuait la mort de saint Lambert à une autre cause. Deux parents de Dodon, Gal et Riol, ayant usurpé les biens du prélat, furent tués par ses neveux, et Dodon, pour les venger, aurait assassiné l'évêque de Tongres.

Au temps de Sluse, le célèbre évêque de Vence, Godeau, adopta cette version dans son Histoire de l'Église, et alla jusqu'à prétendre qu'Alpaïde, bien loin d'avoir pris une part quelconque au meurtre de saint Lambert, se serait convertie à la voix de l'évêque et retirée dans un monastère après la réconciliation de Pepin et de Plectrude.

L'opuscule de de Sluse est dirigé contre cette thèse. Puisant avec une érudition judicieuse dans les anciennes chroniques de Sigebert, dans Marc Velser, discutant le texte de Godescalque sur lequel on s'appuyait, Sluse réfute la thèse de Godeau avec la solidité d'un bénédictin de Saint-Maur, fixe les dates et prouve que, si Alpaïde s'était retirée du monde pendant la vie de saint Lambert, Charles Martel aurait vu le jour dans un couvent. « Cette réfutation, dit M. Kurth, est encore restée jusque aujourd'hui le meilleur travail qu'on ait fait en faveur de la tradition attaquée. »

(1) Publié à Liège en 1679.

Le second mémoire historique de Sluse, qui parut l'année avant sa mort, a pour titre : « *De sancto Servatio episcopo Tungrensi, ejus nominis unico, adversus nuperum de sancto Arvatio vel duobus Servatiis commentum dissertatio historica.* »

Nous sommes ici au IVe siècle. Saint Servais, évêque de Tongres et, plus tard, de Maestricht où l'on conserve ses reliques, assista en 347 au concile de Sardique. Deux passages de Grégoire de Tours, où il est question de l'invasion d'Attila, de saint Servais et d'un saint Arvais, avaient fourni l'occasion d'imaginer deux évêques du nom de Servais à Maestricht, dont l'un aurait assisté au sac de la ville de Tongres par Attila.

Sluse s'attache à réfuter cette opinion, et commence par poser ce sage principe, dont il nous semble qu'on a aujourd'hui une fâcheuse tendance à s'écarter : L'historien ne doit chercher que la vérité, et l'admettre avec empressement, même lorsqu'elle renverse une tradition longtemps acceptée. Mais il faut se garder, lorsqu'une opinion se présente avec l'attrait de la nouveauté et s'écarte absolument d'un système appuyé sur une longue possession, de s'y jeter avec précipitation et sans un mûr examen. Sluse se livre ensuite, avec une parfaite connaissance des sources, à la discussion de ce problème historique ; il apporte les témoignages de Théodoret, de Sidoine Apollinaire, de Sulpice Sévère, de saint Ambroise, de saint Jérôme, d'Ammien Marcellin, et plus tard de Sigebert de Gembloux, de Pétau et de Scaliger, pour fixer les dates et les circonstances des faits relatifs à l'invasion des barbares et à la vie de saint Servais ; pour montrer, notamment, que la ville de Tongres n'a pu être pillée par Attila. Quant à Grégoire de Tours, voici le jugement qu'il en porte : « Autant il est prolixe lorsqu'il rassemble et raconte des miracles, autant il néglige absolument ou traite avec peu de soin les questions de date, en sorte qu'il nous fournit des témoignages plus certains de sa piété que de sa diligence et de son érudition. »

« Ce court opuscule d'une centaine de pages, dit M. Le Paige, décèle d'immenses lectures ; les questions chronologiques y sont discutées avec le plus grand soin et partout se révèle l'esprit critique et observateur de l'éminent auteur. »

Enfin, tous ces travaux, ces études, les affaires dont il était chargé, n'absorbaient pas l'esprit du savant chanoine au point qu'il ne trouvât encore du temps pour les devoirs du ministère religieux et pour les bonnes œuvres que sa charité soutenait avec un zèle infatigable. On en trouve le témoignage, soit dans les rares souvenirs que l'on a conservés de lui, soit dans certaines publications ascétiques où l'on s'étonne de rencontrer le nom du célèbre mathématicien. Telle est la vie de Marie Ock, publiée en 1862 d'après un manuscrit du P. de Saint-Germain de 1686. On y voit que Sluse était souvent consulté sur les questions les plus délicates de la direction spirituelle, qu'il s'en occupait lui-même et s'entretenait volontiers avec la sainte fille. Dans une lettre où il engage le directeur de Marie Ock à publier sa vie, il ajoute : « J'accepte de grand cœur l'offre qu'elle (Votre Révérence) me fait d'un souvenir de notre chère sœur Marie, et je le garderai comme un trésor pour l'affection que j'ai eue pour cette vertueuse fille, dont je souhaite que Votre Révérence puisse bientôt achever la Vie (1). »

La vie de René de Sluse était des plus simples, sa sobriété et sa modestie proverbiales. Quelques œuvres d'art, les portraits de plusieurs savants, entre autres de Descartes et de Wallis, des manuscrits hébreux et arabes, une bibliothèque rassemblée à grands frais et avec un choix excellent, tels étaient les ornements de sa demeure et les délicatesses de sa vie. Par-dessus tout le reste, il aimait ses livres, et l'on rapporte que, se sentant mourir, il voulut être transporté dans sa bibliothèque, où il expira le 19 mars

(1) Vie de Marie Ock, p. XIX.

1685, en jetant un dernier regard d'adieu sur les chers compagnons de ses nuits laborieuses.

Son testament, qui nous a été conservé, et où respirent les sentiments religieux les plus sincères, détermine l'église de Visé comme lieu de sa sépulture. C'est là en effet qu'il repose, et l'inscription latine qu'il avait lui-même rédigée y subsista pendant de longues années. Elle a été remplacée, il y a quelque temps, par une simple tablette de marbre blanc, que la ville de Visé a consacrée au souvenir de ses deux illustres fils, Jean Gualtère et René-François de Sluse. Humble monument, plus en harmonie avec les sentiments du prêtre modeste qu'avec le génie du savant géomètre !

PH. GILBERT.

UNE

ACCUSATION D'HÉRÉSIE

Le 1er novembre 1885, dans sa mémorable encyclique *Immortale Dei*, le pape Léon XIII adressait la leçon suivante aux écrivains catholiques, à propos de questions sur lesquelles « on peut honnêtement différer d'opinion » :

« Quand on a affaire à des hommes d'une piété d'ailleurs bien connue et d'un esprit tout disposé à recevoir docilement les décisions du siège apostolique, la justice ne permet pas qu'on leur fasse un crime d'une divergence d'opinion sur ces questions ; et ce serait une injustice encore bien plus grande de suspecter leur foi ou de les accuser de la trahir, comme à notre grand déplaisir on l'a fait plus d'une fois. Que ce soit donc une loi pour les écrivains et surtout pour les journalistes (1). »

Les questions dont il s'agit ici sont, il est vrai, des questions politiques ; mais la leçon pontificale comporte une application beaucoup plus étendue, et tous les écrivains,

(1) Quorum igitur cognita ceteroqui pietas est, animusque decreta Sedis Apostolicae obedienter accipere paratus, iis vitio verti dissentaneam de rebus quas diximus sententiam iustitia non patitur : multoque est maior iniuria, si in crimen violatae suspectaeve fidei catholicae, quod non semel factum dolemus, adducantur. Omninoque istud praeceptum tencant qui cogitationes suas solent mandare litteris, maximeque ephemeridum auctores.

croyons-nous, peuvent en faire leur profit. Il nous semble qu'elle doit être particulièrement utile dans le vaste domaine où l'apologétique rencontre les sciences naturelles.

Les progrès quotidiens de ces sciences doivent, en effet, placer souvent l'apologiste en face de questions à la fois nouvelles et épineuses, où l'accord ne peut se faire tout de suite entre les catholiques. Il faut bien alors, si l'on veut arriver à la vérité, manifester d'honnêtes divergences d'opinions, et se livrer par suite à de sérieuses discussions. Qu'arrivera-t-il cependant si l'on se croit permis d'incriminer les intentions, de suspecter la foi d'apologistes catholiques, parce qu'ils professeraient sur divers points des opinions différentes des nôtres ? C'est qu'on écartera de ces études les écrivains les plus capables, en les privant d'une liberté, non seulement légitime sous le regard de l'Église, mais ordinairement indispensable à quiconque veut loyalement élucider de pareilles questions. C'est encore qu'on découragera de fidèles serviteurs de la vérité, en leur enlevant toute autorité auprès de ceux qu'ils veulent éclairer. C'est enfin que, dans ce domaine aujourd'hui si important, il ne restera de place que pour les violents et les médiocres, capables de compromettre les bonnes causes, mais non de les défendre. Voilà ce que l'on gagne à faire ce que « la justice ne permet pas », *justitia non patitur*, comme nous le dit Léon XIII ; il faut donc se l'interdire absolument.

Bien plus, si l'on veut que ces inévitables discussions soient réellement utiles, on doit s'imposer envers ses contradicteurs la règle d'interprétation suivante, que Benoît XIV, dans sa célèbre constitution *Sollicita*, prescrivait aux censeurs des livres : « Si quelque phrase ambiguë échappe à un auteur d'ailleurs catholique et jouissant d'une bonne réputation de religion et de doctrine, l'équité même semble exiger que ses paroles, expliquées aussi favorablement que possible, soient prises en bonne part (1). »

(1) Quod si ambigua quaedam exciderint auctori, qui alioquin catholicus

Cette constitution de Benoît XIV a été rappelée assez récemment au souvenir des savants catholiques, dans une lettre célèbre, écrite par ordre de Pie IX, et qui en soulignait le passage suivant : « Beaucoup d'opinions sont regardées comme absolument certaines par une école, un institut ou une nation ; et néanmoins, sans aucun détriment de la foi ou de la religion, d'autres catholiques les rejettent, les combattent et soutiennent des opinions opposées, à la connaissance et avec la permission du siège apostolique, lequel laisse dans son degré de probabilité chacune de ces opinions (1). »

Nous sommes donc bien autorisé quand nous étendons à l'apologétique scientifique, qui nous occupe si souvent dans cette revue, la règle de conduite donnée par Léon XIII à propos de questions politiques que nous ne traitons pas.

Une seule chose doit être formellement exceptée de cette généralisation : c'est le blâme relatif au passé. Ce blâme n'est adressé par le saint-père qu'à certains écrivains et journalistes politiques, et nous n'avons pas le droit de l'étendre à d'autres. S'il en est parmi les apologistes qui ne soient pas bien sûrs de ne l'avoir pas mérité avant la publication de l'encyclique, que ceux-là se l'appliquent eux-mêmes ; qu'ils regrettent leur zèle intempérant et ses procédés condamnables, comme le font sans doute aujourd'hui les susdits écrivains et journalistes.

La *Revue des questions scientifiques* a toujours, dans sa polémique, dédaigné ces procédés et, plutôt que de les admettre, elle a préféré, pour ne rien dire de plus, se passer de certains encouragements et se priver de certaines

sit et integra religionis doctrinaeque fama, aequitas ipsa postulare videtur ut eius dicta benigne, quantum lieuerit, explicata in bonam partem aceipiantur.

(1) Non paueas esse opiniones, quae uni seholae, instituto aut nationi certo eertiores videntur, et nihilominus sine ullo fidei aut religionis detrimento ab aliis eatholicis viris reiiciuntur, atque impugnantur oppositaeque defenduntur, seiente ae permittente Apostoliea Sede, quae unamquamque huiusmodi opinionem in suo probabilitatis gradu relinquit.

collaborations. Nous avons donc été heureux de les voir condamnés récemment par la plus haute autorité qui soit sur la terre, et, dès la première lecture, nous éprouvâmes le désir d'enregistrer cette leçon pontificale, afin d'y conformer toujours de plus en plus notre conduite. Quelques jours plus tard, ce désir devenait une résolution ; car, ces mêmes paroles du pape que nous voulions arborer comme un programme, nous en étions réduits à les invoquer comme une protection.

C'est, en effet, une dizaine de jours (1) après la publication de l'encyclique dans les journaux, qu'une revue catholique de Lyon, la *Controverse*, jugea l'occasion bonne pour lancer contre la foi d'un de nos collaborateurs une accusation extrêmement grave. Obligé naturellement d'en parler à nos lecteurs, et ne voulant pas qu'on puisse nous soupçonner soit d'en exagérer la gravité, soit d'en dissimuler un élément quelconque, nous la reproduisons ici tout entière dans les termes mêmes de l'accusateur.

Cela ne porte aucune signature, mais étale en grands caractères le titre suivant : *Une erreur au sujet de l'infaillibilité de l'Église.*

M. Jean d'Estienne vient de publier, dans la *Revue des questions scientifiques* (20 octobre 1885), un long article (2), de près de cent pages, consacré à l'exposé et à la défense de la théorie de M. l'abbé Motais sur la non-universalité du Déluge. L'auteur y fait preuve de l'érudition très variée à laquelle nous ont habitué ses précédentes publications ; malheureusement, il y soutient certains principes de théologie qu'il nous semble dangereux d'admettre, et qui étonnent quelque peu chez un catholique instruit comme M. Jean d'Estienne.

D'après lui, en effet, toute l'Église a pu se tromper pendant dix-huit siècles, en présentant comme racontée dans la Bible et par conséquent révélée de Dieu la destruction complète des hommes par le

(1) Dans la livraison qui porte la date du 15 novembre 1885.
(2) « Le Déluge biblique et les races antédiluviennes. »

déluge, à l'exception de la famille de Noé, parce que l'assistance que l'Esprit Saint prête à l'Église ne s'étend pas aux choses de ce genre. Cette assistance est limitée au maintien des principes de la morale et du dogme. Or, le fait de la destruction totale de la race humaine par le déluge n'intéresse ni les principes de la morale, ni la pureté de la foi. L'Église a donc pu se tromper sur ce point.

Dans ce raisonnement, l'auteur nous parait oublier : 1° que l'objet de la foi comprend tout ce qui est révélé de Dieu et contenu dans l'Écriture ou la Tradition ; 2° que l'Église est infaillible en tout ce qui concerne cet objet de la foi, c'est-à-dire qu'elle ne peut jamais se tromper lorsqu'elle présente à ses enfants quelque enseignement comme étant contenu dans l'Écriture ou la Tradition, soit qu'elle s'exprime par une décision expresse, soit qu'elle parle par son magistère ordinaire et universel.

On distingue sans doute, dans la révélation, des dogmes et des principes de morale dont la connaissance est obligatoire, et d'autres choses moins importantes qu'un chrétien peut ignorer sans péché ; on y trouve des enseignements et des faits essentiellement religieux, et d'autres, en très grand nombre, dont le caractère semble plutôt profane. Mais, au point de vue de la croyance, il n'y a point de distinction à faire ; tout ce qui est enseigné dans les livres canoniques mérite la même créance, puisque tout y est la parole de Dieu. D'autre part, l'Église est infaillible toutes les fois qu'elle interprète, par son magistère ordinaire et universel ou par un jugement formel, ce qui est contenu dans l'Écriture ou la Tradition ; alors, en effet, elle exerce la mission qui lui a été confiée d'enseigner aux hommes la parole de Dieu, et elle est assurée de l'assistance du Saint-Esprit.

Mais, direz-vous, je ne vois pas comment les principes de la morale ou la pureté de la foi sont intéressés dans tel ou tel récit biblique. Peu importe : l'Église vous enseigne que la Bible est la parole de Dieu, et que tel fait ou telle doctrine se trouve dans la Bible ; il ne vous reste qu'à vous incliner.

Puisque M. Jean d'Estienne reconnaît avec nous que l'Église, jusqu'à nos jours, a enseigné comme étant contenu dans la Bible, le fait de la destruction totale du genre humain par le déluge, nous ne voyons pas comment il peut se rallier à la théorie de M. l'abbé Motais.

Nous aurions compris qu'il révoquât en doute le fait, affirmé par

nous et reconnu par lui, que l'Église a toujours enseigné la destruction totale du genre humain par le déluge, et qu'elle l'a toujours enseignée comme étant racontée dans la Bible et par conséquent révélée. Quoique ce fait soit certain, on pourrait le contester sans attaquer les principes de la foi; mais contester l'infaillibilité de l'Église en cette matière, c'est s'écarter de la vraie doctrine catholique.

D'ailleurs, que notre savant contradicteur veuille bien le remarquer, le fait de la destruction totale du genre humain par le déluge contient un enseignement moral très important : il a été constamment rapporté par les Pères, les Évêques, les Papes, les prédicateurs et les théologiens, comme un exemple et une preuve des rigueurs de la justice divine.

Avant de mettre fin à ces observations, nous ferons encore remarquer à l'auteur que c'est bien comme une *preuve* de l'axiome « hors de l'Église, point de salut », et non comme une *simple comparaison*, que le Catéchisme Romain apporte le fait de la destruction totale de la race humaine par le déluge. Cette preuve repose sur le sens figuré du texte biblique relatif à l'arche. Dieu, en faisant construire l'arche, et en inspirant à Moïse le récit du déluge, s'est proposé de nous montrer à l'avance ce que serait l'Église, et quel sort serait réservé à ceux qui n'entreraient pas dans son sein. C'est donc très légitimement que l'on conclut de la destruction totale des hommes restés hors de l'arche à cet axiome : hors de l'Église point de salut. Assurément, une preuve fondée sur le sens figuré ou spirituel ne peut s'employer dans une discussion avec des incrédules, mais elle est d'un usage parfaitement licite et très fréquent dans l'enseignement donné au peuple catholique. Il suffira à M. Jean d'Estienne de consulter quelques commentateurs catholiques ou quelques théologiens, pour se convaincre du sens figuré du récit du déluge et de tout ce qui concerne l'arche.

Nous pourrions signaler quelques autres points, sur lesquels nous croyons que le savant auteur est à côté de la vérité ; mais ils sont de moindre importance, et nous avons déjà parlé trop longuement de cette question du déluge. Si nous avons cru devoir relever les assertions inexactes rapportées plus haut, c'est parce qu'elles mettent en danger les fondements même de l'apologétique catholique. Peut-être d'ailleurs, avons-nous mal compris M. Jean d'Estienne, ou les expressions ont-elles trahi sa pensée. En tout cas, il voudra bien, nous l'espérons, ne voir dans ces lignes que la preuve de l'importance que nous attachons à ses travaux.

Voilà l'accusation lancée d'un cœur léger contre un écrivain catholique qui, jusqu'ici du moins, n'avait donné à personne aucune raison de suspecter sa foi. On ne prend pas même la peine de citer à l'appui une seule de ses paroles. Elle vise, du reste, non seulement l'écrivain laïque qui a présenté à la *Revue* l'article incriminé, mais encore le directeur, très peu laïque, qui l'a reçu et publié.

Faut-il s'en émouvoir ? Faut-il se contenter de hausser les épaules ?

Ni l'un, ni l'autre ; mais nous dirons franchement en deux mots ce que nous en pensons : à nos yeux, cette accusation n'est qu'une mauvaise plaisanterie.

Elle est mauvaise, car elle serait fort nuisible si on pouvait l'admettre.

Mais c'est une plaisanterie, parce qu'elle n'a aucun fondement sérieux et ne repose que sur une équivoque.

L'accusateur, il est vrai, semble n'en avoir pas mesuré la portée. D'après lui, en tenant le langage qu'il nous prête, nous aurions simplement « soutenu certains principes de théologie qu'il semble dangereux d'admettre ».

Il s'agit bien, vraiment, de principes dangereux ! Ce que vous nous attribuez est une hérésie parfaitement caractérisée et formulée dans le langage insolent de la révolte. Ne reculez donc pas devant le vrai mot; sinon, vous donneriez vous-même une singulière idée de vos propres principes de théologie.

D'après vous, en effet, nous n'aurions pas seulement enseigné une erreur, mais nous aurions déclaré que *l'Église a pu se tromper en enseignant* le contraire ; de sorte qu'elle ne serait pas infaillible, quand « elle exerce la mission qui lui a été confiée d'enseigner aux hommes la parole de Dieu. »

Or, veut-on savoir ce que l'Église elle-même pense d'une erreur ainsi formulée ? L'histoire du concile de Trente nous le dira.

Parmi les canons préparés pour la vingt-quatrième

session de ce concile, il s'en trouvait un qui, rédigé dans le style de tous les canons fulminés jusqu'alors, portait : « *Si quis dixerit, propter adulterium alterius conjugum posse matrimonium dissolvi,... anathema sit.* Si quelqu'un dit que le mariage peut être dissous pour cause d'adultère de l'un des conjoints,... qu'il soit anathème. » Après une discussion qui dura du 24 juillet au 13 octobre 1563 (1), cette rédaction était définitivement rejetée et remplacée par la suivante : « *Si quis dixerit, Ecclesiam errare cum docuit et docet, juxta Evangelicam et Apostolicam doctrinam, propter adulterium alterius conjugum matrimonii vinculum non posse dissolvi,... anathema sit.* Si quelqu'un dit que l'Église se trompe en enseignant, suivant la doctrine de l'évangile et des apôtres, que le lien du mariage ne peut être dissous pour cause d'adultère de l'un des conjoints,... qu'il soit anathème. »

C'était la première fois depuis l'ouverture du Concile que cette rédaction inusitée : *L'Église se trompe en enseignant que...* était employée pour formuler l'erreur condamnée ; et voici pourquoi les Pères l'avaient adoptée. La première rédaction frappait en réalité d'anathème deux classes bien différentes de dissidents : les Grecs, dont l'erreur était fondée sur la coutume abusive, mais déjà ancienne, de leurs églises ; et les nouveaux hérétiques, les protestants, qui, sur ce point comme sur les autres, étaient en pleine révolte contre l'autorité ecclésiastique. Le 11 août 1563 (2), les ambassadeurs vénitiens avaient intercédé pour les Grecs, dont un grand nombre, sujets de Venise dans les îles de Crète, Chypre, Corfou, Zante, Céphalonie, etc., se montraient animés de bons sentiments envers l'Église romaine ; et les Pères, prenant en considération ces faits et ces prières, avaient jugé équitable

(1) V. *Acta genuina SS. oecumenici concilii Tridentini,...* edita ab Aug. Theiner, Zagrabiae (Croatiae), pp. 313-462.

(2) *Ibid.*, p. 338. Voir aussi l'*Histoire du concile de Trente*, par Pallavicini, l. XXII, c. IV.

d'épargner les Grecs et de ne frapper que les protestants. L'erreur doctrinale relative au sacrement de mariage était au fond la même de part et d'autre, mais elle était bien plus coupable d'un côté que de l'autre. Chez les Grecs, c'était une erreur matérielle et probablement de bonne foi ; chez les protestants, c'était une hérésie formelle et insolente. Pour ne frapper que ces derniers, il suffisait de donner, dans le canon, à cette hérésie la formule la plus condamnable : *L'Église se trompe en enseignant que...*, et c'est ce que firent les Pères en adoptant la nouvelle rédaction. Aussi, la préface des douze canons de cette vingt-quatrième session, ne flétrit que les hérétiques du XVIe siècle, *impii homines hujus sæculi insanientes ;* et la dernière ligne de cette préface déclare que les douze anathèmes sont fulminés contre leurs personnes aussi bien que contre leurs erreurs : *hos in ipsos hæreticos eorumque errores decernens anathematismos.*

Nous espérons bien que notre accusateur ne poursuit pas les personnes et qu'il n'en veut qu'aux erreurs ; mais, nous devons le reconnaître, dans tout le reste et sauf l'autorité qui lui manque, il imite assez bien le Concile. Pour lui aussi il y a, dans la question du déluge, deux sortes de dissidents : les anciens et les nouveaux. Les anciens sont ceux dont l'erreur, antérieure au 15 août 1885, ne s'est plus manifestée depuis. Ils sont excusables ou, comme le dit notre accusateur, on « comprend » leur erreur ; parce qu'avant cette date ils n'ont pu lire l'article où la *Controverse* démontre que « l'Église a toujours enseigné, comme étant contenu dans la Bible, le fait de la destruction totale du genre humain. » Mais les nouveaux, ceux qui ont lu ledit article, « on ne voit pas comment ils peuvent se rallier à la théorie de M. l'abbé Motais ». Il est bien évident, en effet, qu'ils doivent admettre ce que la *Controverse* a démontré dans sa livraison du 15 août, et par conséquent ils ne peuvent se rallier à ladite théorie sans « contester l'infaillibilité de l'Église ». M. l'abbé Motais,

professeur de théologie, dont l'ouvrage a paru en mars 1885 avec l'autorisation expresse de son archevêque, est un *ancien* dont l'erreur est excusable ; mais le laïque Jean d'Estienne, qui, en octobre, ne condamne pas cet ouvrage après avoir lu l'article du 15 août, est un *nouveau*, qui contredit l'enseignement formel de l'Église et ne mérite aucune pitié. En style du XVIe siècle, M. Motais est un Grec qui se trompe de bonne foi, et Jean d'Estienne est un protestant révolté. Ainsi jugé par la *Controverse*; qui, heureusement pour nous, n'est pas le concile de Trente.

Aussi, nous ne nous gênerons pas pour lui infliger quelques démentis. Nous lui disons donc :

Notre collaborateur n'a dit nulle part, ni en termes exprès, ni en termes équivalents, que l'Église a pu se tromper sur un point quelconque, en présentant n'importe quelle doctrine ou n'importe quel fait comme contenus dans la Bible et par conséquent révélés de Dieu.

Nulle part il ne « paraît oublier que l'objet de la foi comprend tout ce qui est révélé de Dieu et contenu dans l'Écriture ou la Tradition. »

Nulle part il ne « paraît oublier que l'Église est infaillible en tout ce qui concerne cet objet de la foi. »

Nulle part, enfin, il ne « reconnaît avec vous que l'Église, jusqu'à nos jours, a enseigné comme étant contenu dans la Bible le fait de la destruction totale du genre humain par le déluge. »

Mais, en revanche, il a fait des déclarations absolument incompatibles avec les erreurs dont la *Controverse* l'accuse.

Voici, par exemple, l'avant-dernier paragraphe de son article :

« Est-il besoin d'ajouter que, tout en revendiquant ici la liberté d'appréciation à laquelle nous croyons avoir droit, cette revendication même est subordonnée aux décisions possibles de l'Église? Inutile, croyons-nous, d'insister sur cette déclaration : de la part d'un catholique, ayant l'hon-

neur de tenir la plume dans un recueil catholique, elle est, semble-t-il, superflue. »

Elle n'était pas superflue malheureusement, puisque, même après la publication de l'encyclique *Immortale Dei*, elle n'a pas suffi pour écarter d'injustes accusations. L'accusateur dira peut-être qu'il ne l'avait pas vue ; qu'elle se trouve en dehors des quatre ou cinq pages visées par lui. Mais, au milieu même de ces quatre ou cinq pages, il y a une autre déclaration, également péremptoire et encore plus précise. Là, en effet, après avoir rapporté que, suivant une conclusion de la *Controverse* du 15 août 1885, « l'universalité du déluge, quant aux hommes..... est une vérité universellement reçue dans l'Église, une vérité que, sur l'invitation des papes, les évêques et les autres pasteurs doivent enseigner au peuple chrétien, une vérité qui fait l'objet du magistère ordinaire et universel de l'Église » ; notre collaborateur ajoutait :

« Si une telle conclusion était fondée, assurément, contre toute apparence et malgré les difficultés les plus inextricables, il faudrait admettre l'universalité du déluge quant à l'espèce humaine. Mais cette conclusion, hâtons-nous de le dire, dépasse de beaucoup la portée des prémisses (1). »

C'est l'auteur de la première de ces deux phrases que l'on accuse de s'être inscrit en faux, dans le passage même où elle se trouve, contre l'enseignement de l'Église sur l'universalité du déluge, parce que l'Église peut se tromper sur ce point.

C'est de l'auteur de la seconde, et en critiquant toujours le même passage, qu'on ose écrire deux fois de suite : « Il reconnaît avec nous que l'Église, jusqu'à nos jours, a enseigné comme étant contenu dans la Bible, le fait de la destruction totale du genre humain par le déluge. »

Il faut convenir que la *Controverse* n'a pas la main heu-

(1) *Revue des questions scientifiques*, octobre 1885, p. 531.

reuse. Si elle voulait à toute force imputer à notre collaborateur le contraire de ce qu'il pense, elle devait du moins ne pas lui imputer précisément le contraire de ce qu'il dit. Pourquoi ne pas l'accuser plutôt de rejeter tous les articles du symbole des apôtres ? C'eût été moins maladroit ; car, enfin, il n'a pas songé à insérer textuellement ce symbole dans les quatre ou cinq pages qu'elle critique.

Qu'y a-t-il donc dans ces pages de si désagréable pour elle ? Il y a que l'auteur, parfaitement soumis à l'Église, ne montre pas la même soumission envers la *Controverse*. Il se permet de rejeter un argument nouveau, un principe nouveau, par lequel celle-ci, dans sa livraison du 15 août 1885, croyait avoir ruiné de fond en comble la thèse de M. l'abbé Motais. Ce principe nouveau, elle ne l'a pas formulé avec la précision scolastique, mais elle l'a habilement répandu dans tout le corps de l'argument qu'il vivifie. Aussi, pour n'en pas diminuer la force, nous ne le résumerons pas, et nous le citerons *in extenso* dans les termes mêmes de l'inventeur. Voici donc cette page qui, d'ailleurs, n'est pas dépourvue d'éloquence.

... Ce qui est certain, incontesté et incontestable, c'est que tous les catholiques ont cru jusqu'à nos jours, que la Bible enseigne la destruction totale du genre humain par les eaux du déluge, à l'exception de Noé et de sa famille ; que tous les Pères, tous les théologiens, tous les évêques, tous les prêtres, qui ont eu à parler, ou à écrire sur ce sujet, ont cru à cet événement, sans aucune hésitation, comme étant raconté par les auteurs inspirés, et en particulier par Moïse ; qu'ils l'ont cru comme étant de foi divine, parce qu'ils ne doutaient en aucune façon que tel fût le sens du texte canonique. Or est-il possible d'admettre que, pendant dix-huit siècles, toute l'Église catholique se soit trompée au sujet d'un fait qu'elle regardait comme révélé de Dieu, et qui ne l'était pas ? Même dans le cas où l'autorité souveraine, chargée d'enseigner la vérité sans danger d'erreur, se serait absolument abstenue de toute indication directe ou indirecte au sujet de cette vérité, est-il possible d'admettre une erreur sur la parole de Dieu, aussi constante et aussi universelle ? Et qu'on veuille bien le remarquer, il ne s'agit pas ici d'une question spéculative, connue des

seuls savants, il s'agit d'un fait historique et moral, enseigné dans les catéchismes et dans les prédications, d'un fait fréquemment rappelé et inculqué par les pasteurs de tous les ordres, aux enfants, aux femmes, aux hommes faits, aux vieillards, à tous ceux, en un mot, qu'il s'agissait d'instruire des vérités révélées et d'exhorter à la pénitence.

Je veux bien que l'ignorance de la géographie, de la linguistique, de l'anthropologie et de toutes les sciences nées à notre époque, suffise à expliquer cette erreur universelle des catholiques, lorsqu'on ne tient pas compte de l'assistance perpétuelle que le Saint-Esprit prête à l'Église, ni de la mission confiée au chef suprême de cette société de veiller à la pureté de la foi ; mais si l'on en tient compte, comme le doit un catholique, on ne peut, croyons-nous, admettre l'hypothèse d'une telle erreur, sans faire injure au Saint-Esprit et au Saint-Siège.

Le principe nouveau développé et appliqué dans cette page pourrait être sévèrement qualifié. Nous sommes certainement très éloigné de l'appeler une hérésie ; mais, empruntant pour la circonstance le langage de la *Controverse*, nous croyons pouvoir le ranger proprement parmi « les principes de théologie qu'il nous semble dangereux d'admettre ». Nous justifierons tout à l'heure cette appréciation.

Notre collaborateur, beaucoup moins sévère, s'est abstenu de toute qualification ; il s'est contenté de ne pas admettre le principe, et de lui opposer une excellente raison fondée sur l'enseignement du concile de Trente et du concile du Vatican, enseignement rappelé par lui quatre pages plus haut. Voici en résumé son raisonnement : D'après la règle célèbre donnée par ces deux conciles, une interprétation de l'Écriture sainte, même entourée de toutes les circonstances si éloquemment accumulées, n'est imposée comme vraie à l'exégèse catholique que « *in rebus fidei et morum ad ædificationem doctrinæ Christianæ pertinentium*, dans les matières dogmatiques et morales appartenant à l'édifice de la doctrine chrétienne. » Or la question de la survivance de races antédiluviennes serait

en dehors de ces matières. L'Église ne nous garantirait donc pas que l'assistance de l'Esprit-Saint doive sur ce point empêcher une erreur, même générale, d'interprétation. Il n'est donc pas vrai de dire que « on ne peut admettre l'hypothèse d'une telle erreur sans faire injure au Saint-Esprit et au saint-siège. » La *Controverse*, pour donner à son principe plus d'efficacité, avait cru pouvoir supprimer une restriction importante formulée en termes identiques par les deux derniers conciles œcuméniques ; notre collaborateur a ramené ce principe dans les limites de la vérité catholique en y rétablissant cette clause.

Mal lui en a pris ; car on a aussitôt retourné le principe contre lui. On s'est dit : En vertu dudit principe, croyance universelle dans le peuple chrétien et enseignement infaillible de l'Église sont, dans ce cas, de véritables synonymes. Or Jean d'Estienne ne nie pas le fait de la croyance universelle, mais il croit qu'elle peut être erronée. Nous pouvons donc lui reprocher, grâce à cette synonymie, de reconnaître que l'Église a enseigné quelque chose et d'ajouter qu'elle a pu se tromper dans cet enseignement.

C'est plus ingénieux que loyal ; mais la réponse est bien facile, et nous vous l'avons déjà donnée : Votre synonymie n'est qu'une équivoque, et votre accusation n'est qu'une mauvaise plaisanterie.

Il est d'ailleurs dangereux, disions-nous, votre principe ; et nous pouvons justifier pleinement cette qualification sans entrer dans aucune dissertation théologique. Il suffit d'en faire l'application à certains cas. Il y a telle de ces applications qui vous enserre impitoyablement dans un triste dilemme, ne vous laissant le choix, si vous admettez le principe, qu'entre une hérésie et une insanité.

Prenons, par exemple, la question de l'âge du monde matériel. L'astronomie et la géologie comptent aujourd'hui cet âge par milliers de siècles et vont même jusqu'à des millions d'années ; mais, jusqu'à une époque bien rapprochée de nous, la croyance universelle du peuple chrétien

assignait à la création du monde une date incomparablement plus récente, et cette croyance était fondée sur l'interprétation des livres saints. Appliquons le nouveau principe à cette date récente, comme la *Controverse* l'a appliqué à la destruction du genre humain par le déluge. La chose est des plus faciles : il suffit presque de copier la page éloquente que nous venons de citer ; aussi, pour n'être pas accusé de plagiat, nous mettrons ce passage entre guillemets.

« Ce qui est certain, incontesté et incontestable, c'est que tous les catholiques ont cru jusqu'à nos jours que la Bible assigne une date récente à la création du monde matériel ; que tous les Pères, tous les théologiens, tous les évêques, tous les prêtres qui ont eu à parler ou à écrire sur ce sujet, ont cru à cette date récente, sans aucune hésitation, comme étant assignée par les auteurs inspirés et en particulier par Moïse ; qu'ils l'ont cru comme étant de foi divine, parce qu'ils ne doutaient en aucune façon que tel fût le sens du texte canonique. Or est-il possible d'admettre que, pendant dix-huit siècles, toute l'Église catholique se soit trompée au sujet d'un fait qu'elle regardait comme révélé de Dieu et qui ne l'était pas ? Même dans le cas où l'autorité souveraine chargée d'enseigner la vérité sans danger d'erreur se serait absolument abstenue de toute indication directe ou indirecte au sujet de cette vérité, est-il possible d'admettre une erreur, sur la parole de Dieu, aussi constante et aussi universelle ? Et qu'on veuille bien le remarquer, il ne s'agit pas ici d'une question spéculative connue des seuls savants ; il s'agit d'un fait historique, relié par la Bible elle-même avec l'institution religieuse et morale de la semaine et du sabbat, d'un fait enseigné dans les catéchismes et dans les prédications, d'un fait fréquemment et presque proverbialement rappelé par les pasteurs de tous les ordres, aux enfants, aux femmes, aux hommes faits, aux vieillards, à tous ceux en un mot qu'il s'agissait d'instruire des vérités révélées et d'exhorter à la pratique de la religion.

» Je veux bien que l'ignorance de l'astronomie physique, de la géologie et de toutes les sciences nées à notre époque suffise à expliquer cette erreur universelle des catholiques, lorsqu'on ne tient pas compte de l'assistance perpétuelle que le Saint-Esprit prête à l'Église, ni de la mission confiée au chef suprême de cette société de veiller à la pureté de la foi ; mais, si l'on en tient compte comme le doit un catholique, on ne peut, croyons-nous, admettre l'hypothèse d'une telle erreur sans faire injure au Saint-Esprit et au saint-siège. »

Objecterez-vous qu'il n'y a jamais eu d'unanimité parfaite dans l'Église relativement à la date de la création ; que les Latins, d'après les chiffres de la Vulgate, la plaçaient environ 4000 ans avant notre ère, tandis que les Grecs, d'après les Septante, la reculaient jusqu'à environ 5300 ans? Ce scrupule serait une nouvelle plaisanterie, d'ailleurs assez inutile ; car il y a précisément dans la question du déluge une divergence de même valeur. Les uns, interprétant la Genèse dans la Vulgate, ne sauvaient des eaux que Noé et sa famille ; les autres, d'après les Septante, ajoutaient Mathusalem à la liste des survivants. On sait, en effet, que ce patriarche, suivant la chronologie de la version grecque, ne serait mort que quatorze ans après le déluge.

Non, non ; cette seconde application de votre principe est au moins aussi juste que la première ; et, si vous ne voulez pas renoncer à l'une, il faut accepter l'autre.

Le plus sage cependant serait de renoncer au principe qui vous mène logiquement à l'une et à l'autre. Voyez, en effet, dans quelle situation vous place maintenant son application à l'âge du monde. Si vous regardez comme tant soit peu probables les milliers de siècles dont nous parlions tout à l'heure, vous tombez par cela même dans l'hérésie ; car, en vertu de votre principe, vous supposez nécessairement que *l'Église a pu se tromper en enseignant* la date récente. Si, au contraire, vous déclarez courageusement que la terre, le soleil, les étoiles n'existaient pas encore il

y a huit mille ans, vous donnez un démenti, non à tel ou tel géologue ou astronome, mais à tous les géologues et à tous les astronomes contemporains, disons mieux, à toute la géologie et à toute l'astronomie. Vous n'avez donc le choix, comme nous disions plus haut, qu'entre une hérésie et une insanité ; et de plus, quoi que vous choisissiez, vous aurez encore le malheur de contredire la célèbre parole du concile du Vatican : *Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest.*

L'âge du monde n'est pas d'ailleurs la seule question où vous rencontrerez, emmanchées sur votre principe, les deux cornes de ce désagréable dilemme, mais nous croyons que celle-ci vous suffira. Toutefois, nous vous en indiquerons très brièvement une autre, qui aura l'avantage de vous mettre en garde contre un second principe, également nouveau et tout aussi peu sûr, que vous formuliez au 15 août et que vous rappelez encore dans votre récente accusation, mais que, pour abréger, nous ne critiquerons pas autrement. Vous devinez qu'il s'agit de votre principe relatif au catéchisme du concile de Trente. Si les théologiens du saint-office au XVIIe siècle avaient partagé vos convictions, ils auraient pu condamner Galilée en n'invoquant contre lui que le passage suivant de ce catéchisme : *At vero terram etiam supra stabilitatem suam fundatam Deus verbo suo jussit in media mundi parte consistere* (1) ; car, dans les idées et le langage de l'époque où ces paroles furent écrites, elles enseignent que la terre reste toujours à la même place dans la région centrale du monde. Notez qu'elles enseignent ladite opinion, très générale alors, en l'appuyant sur le psaume 103 (2). Vos deux principes s'appliquent donc parfaitement à cette doctrine ; et chacun d'eux vous place de nouveau devant l'alternative ou d'embrasser ce qui d'après vous serait une hérésie, ou de dire

(1) Pars prima, XXII.

(2) Qui fundasti terram super stabilitatem suam ; non inclinabitur in sæculum sæculi.

ce qui dans l'état actuel de la science serait une insanité, et aussi devant la certitude de ne pouvoir vous prononcer sans contredire le concile du Vatican.

Espérons que vous renoncerez à des principes si durs et si dangereux. Tout le monde y gagnerait : vous d'abord, qui vous tireriez ainsi d'une situation autrement inextricable ; nous ensuite, que vous cesseriez par cela même d'accuser d'hérésie.

Notez que nous ne vous demandons pas de rétracter plus explicitement cette injuste accusation; car nous avons entendu ces belles paroles adressées par Léon XIII aux écrivains catholiques, immédiatement après celles que nous avons citées au début de cet article :

« Dans une lutte où les plus grands intérêts sont en jeu, il ne faut laisser aucune place aux dissensions intestines ou à l'esprit de parti ; mais, dans un accord unanime des esprits et des cœurs, tous doivent poursuivre le but commun, qui est de sauver les grands intérêts de la religion et de la société. Si donc par le passé quelques dissentiments ont eu lieu, il faut les ensevelir dans un volontaire oubli. Si quelque témérité, si quelque injustice a été commise, quels que soient les coupables, il faut tout réparer par une charité réciproque, et tout racheter par un commun assaut de déférence envers le saint-siège. De la sorte les catholiques obtiendront deux avantages importants: d'abord d'aider l'Église à conserver et à propager la doctrine chrétienne, ensuite de rendre un immense service à la société, dont le salut est fortement compromis par les mauvaises doctrines et les mauvaises passions (1). »

(1) In hac quidem de rebus maximis contentione, nihil est intestinis concertationibus vel partium studiis relinquendum loci ; sed conspirantibus animis studiisque id debent universi contendere, quod est commune omnium propositum, religionem remque publicam conservare. Si quid igitur dissidiorum antea fuit, oportet voluntaria quadam oblivione conterere : si quid temere, si quid iniuria actum, ad quoscumque demum ea culpa pertineat, compensandum est caritate mutua, et praecipuo quodam omnium in Apostolicam Sedem obsequio redimendum. Hac via duas res praeclarissimas catho-

Dociles à cette touchante exhortation, nous sommes bien résolus à nous y conformer toujours, même au prix de quelques sacrifices d'amour-propre. Notre passé, du reste, répond de l'avenir. Depuis bientôt dix ans que cette revue existe, elle a été plus d'une fois en butte à des critiques que nous n'avons pas relevées. Aujourd'hui même, obligés de repousser la plus grave des accusations, nous avons accompli ce devoir en supprimant volontairement, par amour de la paix, bien des réflexions qui se présentaient d'elles-mêmes ; et notre plus vif désir est de n'avoir pas à y revenir.

Après tout, le but que nous poursuivons est assez supérieur aux choses d'ici-bas pour nous rendre insensibles à des attaques généralement impuissantes et que plusieurs actes pontificaux ont récemment découragées. Nous voulons, comme Léon XIII nous y exhortait dans sa lettre au président et aux membres de la Société scientifique de Bruxelles, « poursuivre continuellement de tout l'effort de notre esprit l'objet assigné à la Société par d'éclatants exemples et par nos publications », cultiver nous-mêmes la science et la vulgariser, chercher la vérité scientifique et montrer son accord avec la vérité révélée. Nous aimons à nous rappeler que, la cinquième année de notre existence sociale, le même pape daigna, devant une grande réunion qui n'était pas exclusivement composée de nos amis, répondre à notre adresse ces paroles encouragentes : « La Société scientifique de Bruxelles, je la connais, je l'aime beaucoup, elle fait beaucoup de bien. Oui, mes enfants, continuez, continuez. » Oui, nous continuerons, Très Saint Père, et nous suivrons sans peur et sans reproche la direction si sage et si ferme que vous marquez aux défenseurs de la vérité.

lici consecuturi sunt : alteram, ut adiutores sese impertiant Ecclesiae in conservanda propagandaque sapientia christiana ; alteram, ut beneficio maximo afficiant societatem civilem, cuius, malarum doctrinarum cupiditatumque caussa, magnopere periclitatur salus.

Sans peur et sans reproche, c'est le pape lui-même qui nous donne cette devise. Le 18 août 1883, dans une lettre célèbre (1), il rappelait aux historiens que « la première loi de l'histoire est de ne rien avancer de faux et de ne reculer devant aucune vérité ; *ne quid falsi dicere audeat, ne quid veri non audeat.* » La même règle s'impose à l'apologétique scientifique aussi justement et plus rigoureusement encore qu'à l'histoire. L'histoire, qui juge les hommes, peut quelquefois, par égard pour leur faiblesse, tempérer la rigueur de la justice en leur accordant des circonstances atténuantes. Les sciences naturelles, qui étudient les œuvres de Dieu, n'y peuvent rencontrer aucune imperfection à corriger, aucune faiblesse à excuser, aucune maladresse à déguiser ; et l'apologiste doit toujours les traiter sans reproche, *ne quid falsi audeat*, et sans peur, *ne quid veri non audeat.*

Nous l'avons toujours fait, nous le ferons toujours. Il arrivera peut-être que des esprits chagrins ou craintifs y trouveront à redire. S'ils sont parfaitement honnêtes, nous leur répondrons : Hommes de peu de foi, pourquoi vous troublez-vous ? D'autres peut-être, lorsque nous rendrons loyalement hommage à la vérité, nous accuseront de faire ce qu'ils appellent des concessions regrettables. Nous croyons que la plus regrettable des concessions serait d'écouter et de redouter ces inquisiteurs surnuméraires, que le souverain pontife vient encore une fois de désavouer. Soyons entièrement et sincèrement soumis à l'autorité du siège apostolique, et dociles à ses enseignements ; ne diminuons jamais aucune vérité, ni les vérités de la science, ni les vérités de la foi ; et ne nous soucions pas de ces irréguliers, qui se croient les gendarmes de l'orthodoxie. On sait assez que leurs procès-verbaux ne méritent aucune confiance, et l'on est moins disposé à bien accueillir leurs dénonciations, qu'à les poursuivre eux-mêmes pour usurpation de fonctions.

(1) Aux cardinaux de Luca, Pitra et Hergenroether.

Apologistes sérieux, vous devez donc les craindre aujourd'hui moins que jamais ; et, sous les yeux d'un pape qui vous protège et vous encourage, vous pouvez vous consacrer tout entiers aux deux œuvres qu'il vous recommande : « d'abord d'aider l'Église à conserver et à propager la doctrine chrétienne ; ensuite de rendre un immense service à la société, dont le salut est fortement compromis par les mauvaises doctrines et les mauvaises passions. »

I. Carbonnelle, S. J.

CORRESPONDANCE

M. le docteur Lemoine, de Reims, nous a adressé, à propos de la *Correspondance* insérée dans notre livraison de juillet 1885, les observations suivantes, pour lesquelles nous n'avons pu trouver place en octobre :

« Malgré le peu de goût que j'éprouve pour certaines polémiques, la dernière réplique de M. Dollo contient des allégations d'une nature telle qu'il ne m'est pas possible de les laisser passer sans protestation, sous peine de voir mettre en suspicion ma véracité et ma loyauté.

» M. Dollo insinue que c'est dans un mouvement de vivacité et par un pur effort d'imagination que j'ai écrit la fin du membre de phrase suivant : « Un squelette recueilli par des ouvriers à Erquelinnes et » apporté par eux au musée d'histoire naturelle de Bruxelles, où long- » temps il a été considéré par M. Dollo comme provenant simplement » d'un Gavial. »

» J'affirme que c'est de M. Dollo lui-même que je tiens ce fait et, pour citer ses paroles textuelles, il ajoutait : « Quand j'avais besoin » d'examiner le reptile en question, je disais : apportez-moi le Gavial » d'Erquelinnes. »

» Serait-ce une improvisation du même genre qui m'aurait fait mettre en opposition les vertèbres sacrées du Champsosaure belge avec son humérus, pour prouver qu'il ne s'agit pas là d'une simple influence d'âge ? Qu'on se reporte à la figure 3 de la planche IX de la 1re note sur le Simœdosaurien d'Erquelinnes ; donne-t-elle l'idée d'une simple gouttière, ou bien celle d'un canal traversant l'os de part en part ? Je ne vois pas du reste que M. Dollo ait repoussé cette interprétation quand je l'ai présentée.

» Une démonstration en sens contraire se trouve fournie par le Simœdosaure français : car les vertèbres sacrées intimement soudées que j'ai décrites sont loin de représenter comme volume la maturité de développement du reptile, puisqu'elles atteignent à peine les deux tiers ou même la moitié de la taille des grosses vertèbres provenant de la même espèce. Les humérus correspondant comme taille aux grosses vertèbres ont tous un canal. Les mêmes os provenant du spécimen qui a fourni les vertèbres sacrées n'ont qu'une simple gouttière.

» Si je considère comme des vertèbres cervicales les nombreuses vertèbres de Simœdosaure auxquelles j'ai fait allusion, c'est qu'elles présentent toutes sur les faces latérales de leur corps un tubercule d'insertion costale distinct de la large encoche destinée à la réception de l'arc neural. Il ne peut donc y avoir aucun doute à ce sujet.

» M. Dollo craint que je n'aie rapproché les vertèbres cervicales d'espèces différentes. Qu'il se rassure, j'ai dans ma collection plusieurs séries de ces vertèbres pour chacune des espèces rémoises. On m'accordera, je suppose, la possibilité de distinguer les types que j'ai créés.

» D'autre part, d'après l'assimilation établie et maintenue par M. Dollo, le squelette complet d'Erquelinnes doit forcément offrir des vertèbres en tout point comparables. Je les ai cherchées jusqu'ici inutilement dans son travail.

» Sans m'arrêter à la non moins étrange prétention de M. Dollo de mieux connaître que moi les pièces de ma collection qui ont été vues par M. Cope, j'aborderai une argumentation en apparence plus sérieuse.

» Le paléontologiste du musée de Bruxelles répète que sa détermination du Gastornis Edwardsii a été confirmée par moi. Or, quand il m'a communiqué à Reims l'extrémité inférieure de fémur sur laquelle est basée cette détermination, la forme, les dimensions et l'apparence comme fossilisation de cette pièce m'ont paru telles que j'ai pensé immédiatement, non pas au Gastornis Edwardsii de la faune cernaysienne, mais à un autre spécimen, sans doute du même genre mais probablement d'espèce différente, provenant de la faune des sables à Térédines, et dont j'avais quelques fragments dans ma collection. Ces pièces, je les ai même remises à M. Dollo en l'autorisant à en faire usage pour son travail. J'ai donc été assez surpris de la détermination de Gastornis Edwardsii: mais, comme il s'agissait d'une pièce que M. Dollo avait entre les mains et qu'il avait dû longuement étudier, comme je n'avais à lui opposer que de simples souvenirs, me

conformant aux règles de bienséance qui doivent régner entre hommes de science, je ne me suis pas cru en droit d'infirmer sa détermination. Voilà pourquoi mes publications postérieures au travail de M. Dollo sont muettes à se sujet. Le genre Gastornis se rencontrant aux environs de Reims à la fois dans la faune cernaysienne et dans la faune des sables à Térédines, aussi bien que les genres Plesiadapis et Hyænodictis, la présence de cet oiseau à Erquelinnes ne peut donc pas être considérée comme suffisante pour assimiler au point de vue paléontologique les couches de Cernay aux couches d'Erquelinnes. La démonstration aurait une tout autre valeur, si l'on rencontrait à Erquelinnes quelques-uns des genres spéciaux à Cernay. La faune cernaysienne a déjà fourni à ce point de vue comme mammifères les genres Arctocyon, Tricuspiodon, Procynictis, Plemaspidotherium, Orthaspitherium, Adapisorex, Neoplagiaulax.

» Si j'ai insisté plus haut sur la valeur du facies de fossilisation, c'est à cause du fait suivant. J'ai depuis peu dans ma collection une portion importante d'un squelette de Simœdosaure recueilli dans une localité éloignée de Reims, sans aucun mélange de fragment d'autres vertébrés. La couche d'où provient cet individu nouveau correspond bien à l'horizon de Cernay, ainsi que l'indiquent les coquilles fossiles qui l'accompagnent. Or ces pièces osseuses, d'une fort belle conservation, rappellent complètement comme facies de fossilisation les ossements de Cernay. Quelques-unes d'entre elles présentent en outre un intérêt tout spécial pour la distinction à établir entre le Simœdosaure de la faune cernaysienne et le Champsosaure d'Erquelinnes.

» M. Dollo, qui sait mieux que personne pourquoi, pressés par les circonstances et contrairement à mes habitudes, j'ai dû dans mon travail sur le Simœdosaure substituer à des figures de grandeur naturelle des dessins réduits, critique mes « figures microscopiques ».

» Je comprends qu'il se montre exigeant, étant donnés la netteté et le détail de beaucoup des figures qui accompagnent ses travaux.

» Pour résumer l'état actuel du débat relatif au reptile belge et au Simœdosaure de la faune cernaysienne, en nous bornant aux pièces figurées jusqu'ici par M. Dollo, nous trouvons des différences essentielles pour les vertèbres et les côtes cervicales, pour les vertèbres sacrées (non seulement au point de vue de leur union, mais encore dans leur conformation générale), pour l'os coracoïdien (que j'ai actuellement d'une façon indiscutable). Des différences moins impor-

tantes mais réelles sont offertes par les vertèbres dorsales, l'omoplate et l'humérus. Comment M. Dollo peut-il persister à maintenir l'identité des deux types ? »

Ces observations ont été communiquées à M. Dollo. Celui-ci éprouve encore moins de *goût* que M. Lemoine « pour certaines polémiques », et il a pensé avec raison que nous lui saurions gré d'être bref dans sa réponse. Voici les courtes remarques qu'il nous a renvoyées :

« Pas n'est besoin de noircir tant de papier pour savoir si *Champsosaurus* = *Simœdosaurus*, ou mieux si le Reptile rémois appartient au même genre que celui d'Erquelinnes. Depuis quelque temps, le Champsosaure = Simœdosaure du musée de Bruxelles est exposé dans les *galeries publiques* de cet établissement. Que, comme je le lui ai déjà proposé sans obtenir de réponse sur ce point, M. Lemoine consente à accorder l'accès de sa collection à tout paléontologiste qui en fera la demande, et il sera, dès lors, aisé de vérifier si mes assertions sont exactes ou erronées.

» Je n'ajouterai qu'un mot. M. E. D. Cope, le célèbre paléontologiste américain, particulièrement compétent dans la question, puisqu'il a créé le genre *Champsosaurus*, maintient son identité avec *Simœdosaurus* dans la récente et volumineuse monographie qu'il a publiée sur les Vertébrés tertiaires du Far-West (1). D'autre part, M. H. Lydekker, le savant paléontologiste du service géologique des Indes, qui a spécialement étudié le Champsosaure = Simœdosaure, pour établir ses relations avec l'*Hyperodapedon*, curieux Reptile triasique, vient de m'écrire, après avoir pris communication de quelques brochures qui lui manquaient lors de la rédaction de son mémoire (2), qu'il se range à mon avis. M. Lemoine pourrait-il citer un seul naturaliste s'étant occupé soigneusement du sujet qui ait adopté son opinion ? »

(1) E. D. Cope. *The Vertebrata of the Tertiary formations of the West.* U. S. Geol. Survey of the Territories. In-4o. pp. 1009, au delà de 100 planches et de nombreux bois dans le texte. Washington. 1884.

(2) R. Lydekker. *Indian pretertiary Vertebrata.* Vol. I. Part 5. *The Reptilia and Amphibia of the Maleri and Denwa groups.* Palæontologia Indica. Calcutta 1885.

BIBLIOGRAPHIE

I

Apologie scientifique de la foi chrétienne, par le chanoine Duilhé de Saint-Projet, ancien doyen de la faculté libre des lettres de Toulouse, professeur d'Apologétique, etc., etc. — Un vol. in-12 de xvi-479 pages. 1885, Paris. — Librairie de la Société bibliographique (1).

Ce livre rentre essentiellement dans l'esprit, les tendances et le but de la *Revue des questions scientifiques*. On aurait pu lui attribuer pour épigraphe l'épigraphe même de cette revue : « Nulla unquam inter fidem et rationem,.. etc. ». L'auteur a préféré donner à son ouvrage cet exergue plus concis : Περὶ ἀρχῶν, *Autour des origines*. Il envisage, en effet, dans trois parties distinctes, la triple origine : 1° de l'univers, 2° de la vie en général, 3° de l'homme et de l'humanité. Non seulement l'origine, mais aussi le développement et, quand il s'agit de l'homme, sa destinée. C'est en effet sur ce triple terrain que se concentrent tous les prétendus conflits de la science de la nature et de la religion, toutes les luttes de la *fausse science* contre la vérité

(1) Le présent article était écrit et déjà sous presse, quand nous avons reçu l'avis de l'apparition de la seconde édition (la première ayant été enlevée en trois mois), et la communication d'un bref que Sa Sainteté Léon XIII a daigné adresser à l'auteur pour le féliciter de la publication de cet ouvrage « d'une très grande importance et parfaitement approprié aux nécessités des temps présents. » Un tel éloge, tombé de si haut, est certes la plus haute récompense et le plus puissant encouragement qu'un auteur chrétien puisse jamais ambitionner.

révélée et l'enseignement de l'Église. Nous entendons ici par *fausse science* celle que ses adeptes cultivent dans un but intéressé, la faisant servir ou cherchant à la faire servir à battre en brèche, à renverser des vérités d'un autre ordre. Cela ne signifie pas que les pionniers et les chercheurs de la «fausse science» ne soient pas des savants : cela indique qu'ils font de la science dans un esprit extra-scientifique : on dirait mieux *anti*-scientifique, puisqu'ils l'abordent avec une pensée préconçue, un parti pris systématique vers lequel doivent converger, bon gré mal gré, toutes leurs conquêtes scientifiques ou réputées telles.

M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet a donc voulu suivre la science irréligieuse sur son terrain. Dans chaque ordre de questions, il examine parallèlement ce que l'Église enseigne, ce qui est de foi, et ce que la vraie science nous apprend. Il démontre sans peine que, dans les limites des faits certains ou plausibles et probables, aucune contradiction n'apparaît, ne semble même possible, entre ces faits et les théories rationnelles fondées sur eux d'une part, et les enseignements de la foi d'autre part. Pour arriver à une telle contradiction, il faut créer des hypothèses non justifiées, sur lesquelles on édifie des théories conçues d'avance, en vue desquelles ces hypothèses ont été inventées. Ces systèmes n'ont de scientifique que le nom et l'apparence : l'auteur les réfute avec abondance de preuves et force de logique.

Mais avant d'aborder ce sujet principal, il commence, avec raison, par y préparer l'esprit de son lecteur. Dans le camp spiritualiste et chrétien, beaucoup, effrayés par les clameurs de la fausse science, repousseraient volontiers toute la science en bloc, la vraie aussi bien que la fausse. Ils voudraient s'en tenir, *usque ad vitam æternam*, aux vieilles armes, à la vieille tactique, aux vieux arguments. Dans leur pensée, ces moyens ayant été efficaces autrefois, doivent l'être encore maintenant et toujours, *et nunc et semper*, ce qui n'est pas. Le bélier, la catapulte et le javelot furent d'excellents engins entre les mains des Grecs et des Romains : la cotte de mailles, la lance au poing et le casque à visière rendirent de grands services aux preux du moyen âge, et c'est avec le fusil à pierre et le canon à âme lisse se chargeant par la gueule que Napoléon remporta ses immortelles victoires. Aujourd'hui de tels modes d'armement ne sont plus que jeux d'enfants devant le fusil à aiguille, le canon rayé se chargeant par la culasse et l'immense portée de ces armes de précision. Dans le domaine des combats intellectuels, la transformation graduelle et nécessaire des moyens d'attaque et de défense n'apparaît pas, dans tous les esprits, avec une évidence égale à celle qui concerne les engins matériels. Un trop grand

nombre s'en effraient et s'imaginent volontiers que l'on démantèle la forteresse du dogme et de la morale, parce que l'on change et fortifie son armement et ses travaux d'approche.

Je ne sais quel personnage célèbre adressait au ciel cette prière, en apparence paradoxale : « Mon Dieu, je me charge d'avoir raison de mes ennemis ; mais préservez-moi de mes amis ! » Il voulait parler des amis dont les lumières n'égalent pas le zèle, et qui ne sont que trop portés à renouveler moralement l'apologue de l'ours et du pavé. Les amis de ce genre ne sont pas en quantité négligeable dans le sein de l'Église. Leur dévouement ne saurait être trop loué ; leur amour de l'Église ne reculerait certainement pas devant l'effusion de leur sang et le sacrifice de leur vie : mais de vieilles habitudes d'esprit, seconde nature, leur permettent difficilement de saisir le sens et la direction de la stratégie de l'ennemi ; ils prennent pour *concessions dangereuses*, pour *compromis funestes*, ce qui n'est que l'appropriation aux nécessités de notre cause des vérités certaines ou probables découvertes par les savants; ils ne voient pas qu'en les faisant nôtres nous en ravissons l'usage légitime à nos adversaires. C'est principalement à ces esprit craintifs que s'adresse la « Première partie » du livre du savant chanoine, comprenant à peu près exactement le quart du volume et formant comme l'Introduction des trois autres.

I. On examine, dans cette introduction, l'état général des esprits en notre temps, temps de crise tout ensemble pour la foi et pour la pensée, c'est-à-dire pour la raison. Cette crise avait été signalée déjà, bien qu'à un point de vue différent, par le grand et à jamais illustre évêque qui sera toujours appelé dans l'histoire : l'Évêque d'Orléans. M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet fait judicieusement remarquer que le caractère dominant de la lutte religieuse qui signale cette crise s'affirme de plus en plus comme un caractère scientifique. Elle s'était d'abord cantonnée sur le terrain philosophique. L'adversaire se déclarait *rationaliste ;* il restait spiritualiste : mais la négation, quand on lui a une fois ouvert la porte, ne s'arrête plus. La philosophie rationaliste fut attaquée à son tour par le *positivisme*, précurseur du hideux *matérialisme :* celui-ci, dont la philosophie n'est autre que la négation même de la philosophie, prétend tout expliquer par la seule matière et trouver, dans les phénomènes et les lois de la nature matérielle, l'explication de tout dans l'univers, même de la pensée qui le conçoit et de la puissance qui l'a créé.

Les sciences de la nature, cependant, ne sont pas responsables de la déviation que les écoles anti-spiritualistes cherchent à leur faire

subir. Elles contiennent des vérités, contingentes sans doute, mais vérités pourtant dont il serait aussi puéril qu'injuste de ne pas tenir compte. Il y a donc une autorité rationnelle de la science, autorité légitime que l'apologiste chrétien n'a pas le droit de méconnaître. De même, il existe une autorité également rationnelle de la métaphysique que le savant doit respecter. Enfin la foi elle-même a aussi une autorité également rationnelle *(rationabile obsequium)*, laquelle, dans les limites qui lui sont propres, s'impose pareillement au savant comme au philosophe. Le conflit ne se manifeste que quand la division des pouvoirs cesse d'être maintenue entre les trois autorités, quand sur les phénomènes de la nature on veut établir *à priori* des théories empiétant plus ou moins sur le domaine de la métaphysique, quand surtout philosophes ou savants veulent, sortant chacun de leur terrain spécial, élever doctrine contre doctrine dans un ordre de questions qui n'est plus de leur ressort. Aujourd'hui cette division des pouvoirs est un peu partout méconnue. D'une part le scepticisme ou, plus exactement, la négation sont exaltés en opposition à tout ce qui, de près ou de loin, tient à la religion ou à la philosophie, tandis que, le nom de *la Science* invoqué, tout devient soumission aveugle, prostration et encensement : c'est là ce qu'on appelle, par une singulière antiphrase, la liberté de penser ! D'autre part il y a les chrétiens timides, « on devrait dire pusillanimes », auxquels il était fait allusion tout à l'heure. Il faut secouer cette timidité et cette torpeur et faire hardiment face à l'ennemi : pour cela l'apologétique doit avoir ses coudées franches, s'emparer courageusement de l'immense arsenal des sciences physiques et naturelles et n'être point gênée dans l'application à l'exégèse de ces éléments nouveaux. Ce n'est ni dans un concordisme étroit, ni dans un idéalisme exclusif que l'apologie scientifique pourra arriver à son plein développement et trouver sa puissance, mais dans un système intermédiaire, dans un *concordisme idéalisé*, comme s'exprime l'auteur, où l'apologiste montrera « la merveilleuse harmonie des affirmations claires de la Bible et des conclusions certaines de la science », ou tout au moins de ses conclusions plausibles et suffisamment probables. Pour cela il est nécessaire de déterminer d'abord ce qui appartient aux conquêtes légitimes et assurées de la science, en écartant ce qui n'est encore que théories provisoires, hypothèses plus ou moins gratuites, systèmes préconçus ; il est non moins indispensable ensuite de préciser ce qui est véritablement de foi et de le distinguer de ce qui n'est qu'interprétation plus ou moins ancienne ou autorisée : « Ce sont rarement, en effet, les vérités de foi qui troublent les consciences sincères, mais bien

les fausses interprétations de ces vérités, la confusion des choses révélées et des choses purement humaines. »

Pour se conformer à cette sage direction, l'auteur, dans chacun des trois ordres de faits qui forment la substance principale de son livre, envisage, tant au point de vue de la science qu'au point de vue de la foi :

1° Ce qui est incontestablement vrai, défini, évidemment démontré.

2° Ce qui est plus ou moins probable mais encore incertain, et sur quoi portent les recherches et les libres discussions.

3° Ce qui est certainement faux, contraire en même temps à la réalité et à l'enseignement de l'Église, à la foi comme à la raison.

II. On comprend sans peine l'intérêt qui doit s'attacher à l'étude de chacun des trois grands ordres de faits signalés au début de cet article, présentée suivant une méthode aussi rationnelle. Examinées sous ce triple ou plutôt sous ce sextuple aspect, l'*origine* et la *formation de l'univers* donnent une égale satisfaction, parmi les gens sincères et de bonne foi, au savant et au chrétien, au philosophe et au croyant. Il s'agit en premier lieu de l'univers inorganique. Que nous enseigne la foi au sujet de son origine ? Simplement ceci, à savoir que, au commencement, *in principio*, Dieu tira du néant le ciel et la terre, c'est-à-dire la substance virtuelle, le germe, l'élément de l'univers. Et, sur ce point si important mais où la prescription dogmatique se tient dans des limites si étroites, que nous apprend la science ? Rien. La fausse science nie ; elle veut ou que la matière ait existé éternellement portant en elle la loi de son évolution, ce qui implique contradiction, ou bien qu'elle ait, toute seule et par sa vertu propre, passé du néant à l'existence, ce qui est absurde. La vraie science considère la question comme échappant à sa compétence, et elle est dans le vrai. Elle part seulement du fait de l'existence de la matière primordiale pour poser, sans rien affirmer d'ailleurs, des théories rendues plausibles par de puissantes analogies et des inductions très légitimes, et reconstituer ainsi l'histoire de la formation et du développement de l'univers matériel, du monde inorganique. Et ces théories, ces conjectures plausibles, dans leurs traits essentiels, se rencontrent remarquablement avec les grandes lignes sobrement et succinctement crayonnées par Moïse dans les premiers versets de la Genèse. Nous n'avons pas à retracer ici la belle cosmogonie de Laplace rectifiée et complétée par celle de M. Faye. En dehors d'elles, il n'y a plus, pour tenter d'expliquer scientifiquement les origines du monde que des conceptions purement arbitraires qui, loin de marquer un progrès de l'esprit humain, constituent une rétro-

gradation descendant jusqu'aux élucubrations de la métaphysique des Épicure, des Leucippe et des Lucrèce. Et M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet se donne la peine de réfuter ces pauvretés : il le fait de main de maître ; mais méritaient-elles tant d'honneur ? Félicitons-nous-en du reste, car cela nous vaut un ou deux excellents chapitres sur le plan providentiel qui n'est autre que la conservation de l'énergie créatrice dans le monde, sur le principe de continuité en Dieu, sur le rôle et le mode d'action de la prière et du miracle et sur l'enseignement de la foi à leur égard. Après quoi l'écrivain retrace la loi de continuité dans les choses de la nature, relevée par la science physique, et montre comment tout y concourt à révéler une idée générale d'ordre et de finalité.

III. Après l'origine et la formation du monde minéral, l'*origine* et le *développement de la vie*. C'est l'ordre logique. D'abord, qu'est-ce que la vie ? Il n'est pas aisé de répondre à cette question. Tout le monde croit savoir ce que c'est, et personne cependant n'a encore pu donner de la vie une définition rigoureusement exacte et adéquate. En tous cas, ce qui est de foi quant à l'origine de la vie, c'est qu'elle a Dieu pour auteur. Son origine, sa cause première se confondent donc avec l'origine, la cause première de toutes choses. La science, de son côté, constate d'une manière absolument certaine que la vie n'a pas toujours existé sur notre globe, qui a eu ses âges azoïques, et que tout être vivant provient d'un être vivant. Devant ces faits irrécusables, l'école matérialiste est aussi déconcertée que devant la question de l'origine de la matière primordiale, de l'origine de l'atome. Ici encore, ou il faut reconnaître l'action créatrice, ou il faut, en dépit d'imaginations plus ou moins ingénieuses, tomber dans l'absurde. Peu importe d'ailleurs que la vie une fois implantée sur le globe terrestre se soit développée par l'évolution successive d'un ou plusieurs types primitifs contenant en eux-mêmes le germe virtuel de toute une série presque indéfinie de développements successifs et divers, — ou que l'action créatrice se soit manifestée pour chaque genre ou même pour chaque espèce : c'est là une discussion libre dans laquelle la foi n'est point intéressée. La fameuse théorie des générations spontanées, aujourd'hui bien et dûment forclose de la science, n'eût point rendu à l'athéisme le service qu'il en attendait ; elle n'exclut point l'idée de Dieu, de la cause première ; elle eût impliqué seulement un mode particulier de l'action créatrice. D'ailleurs toute cellule vivante n'est telle que grâce au protoplasme *façonné*, comme dit Claude Bernard : si l'organisation de l'être vivant résulte de l'association de protoplasmes préalablement

façonnés, elle n'est donc pas spontanée. De plus, la tendance naturelle des atomes, dans les structures vivantes, est dirigée vers l'instabilité, vers la dissociation. Ici l'auteur expose la fameuse théorie *monistique* d'Hæckel, et d'un souffle en disperse la brillante fantasmagorie ; puis, jetant un coup d'œil sur l'histoire du matérialisme aux divers âges, il montre que les périodes de succès de cette désolante doctrine ont toujours été de courte durée, et que, malgré le manteau de la science dont elle couvre aujourd'hui sa lividité et son abjection, son triomphe actuel sera passager comme ceux qui l'ont précédé.

Le développement de la vie du règne organique, sur le sphéroïde terrestre, se manifeste parallèlement aux formations des couches successives dont se compose son écorce solide. Chacune de ces couches est formée de terrains spécifiés, eux et les époques correspondantes, « par des faunes et des flores qui se montrent dans un ordre croissant de perfection organique, de telle sorte que les plus parfaits sont arrivés les derniers, » indice manifeste d'un plan préconçu, mais question purement scientifique, partant entièrement libre et au sujet de laquelle la foi ne prescrit rien. Et pourtant, si l'on prend la peine de mettre en regard, sans trop se préoccuper des détails secondaires, les résultats généraux acquis par la science dans cet ordre de faits, et le récit de Moïse s'y rapportant, comment ne pas reconnaître, avec Hæckel lui-même, que, dans ce récit, « se montrent à nous avec une clarté et une simplicité surprenantes, l'idée d'un développement progressif, et l'idée d'une différenciation graduelle de la matière primitivement simple » ? Ce n'est pas à dire que le récit hexamérique implique ou repousse, comme on a voulu le prétendre, les théories transformistes ou celles des créations successives : il est étranger au débat. Après avoir présenté, avec une grande impartialité, les faits et arguments tant favorables que contraires au transformisme, l'auteur montre que, restreint aux données d'une théorie purement scientifique et quelle que soit d'ailleurs sa valeur à ce point de vue, ce système, en tant d'ailleurs que ne comprenant pas la formation de l'homme dans sa série évolutive, est parfaitement libre et étranger aux choses de la foi. Il fait voir en outre que, ainsi comprise et entendue, à la manière des Wallace, des Mivart, des Gaudry et des Saporta, l'hypothèse évolutionniste donne à la preuve de l'existence de Dieu par les causes finales, une force et un éclat inattendus.

IV. L'homme est, sur la terre, le couronnement de la nature vivante. Organisme vivant, mu et dirigé par une intelligence qu'éclaire la raison, libre dans ses déterminations et dans ses actes, il constitue, dans

l'embranchement organique des êtres, au-dessus du règne végétal et du règne animal, le règne humain. Son *origine*, son *histoire* et sa *destinée* sont, plus encore que l'origine et la formation de l'univers inorganique, plus même que l'origine et le développement de la vie végétale et animale, le grand intérêt de cette *Apologie scientifique* de la foi chrétienne. Qu'est-ce que l'homme? D'où vient-il? Où va-t-il? Au XVIIe siècle, la grande voix de Bossuet répondait à cette triple question par le magistral traité de *la connaissance de Dieu et de soi-même;* au XIXe, un écrivain d'un renom un peu moins grand que celui de Bossuet, M. Topinard, répond par un traité d'*Anthropologie* dans lequel l'homme n'est considéré que comme un animal supérieur, de l'ordre des Primates, le premier dans la classe des Mammifères, etc., mais exclusivement animal. Devant la foi, l'homme est, au moins quant à son âme, une créature directe de Dieu : il consiste dans l'union personnelle d'un corps animal avec une activité spirituelle, raisonnable, sensible et libre, partant *responsable*, partant immortelle. Tous les hommes qui existent et qui ont existé depuis Adam, sur la terre, qui font ou qui feront partie du cycle humain actuel, descendent d'un seul et même couple, le couple adamique, le dernier et le plus haut terme de l'œuvre créatrice. Aux trois questions auxquelles le dogme fait une réponse si claire, si précise et en même temps si glorieuse pour l'espèce humaine, que répond la science? Nous entendons ici la vraie science, la science positive, celle qui cherche la vérité pour l'amour de la vérité, sans se laisser guider et diriger par des considérations étrangères ou d'un autre ordre. Elle répond, avec une sagesse et une modestie qui siéent au vrai mérite, *qu'elle ne sait pas*. Ce qu'elle constate de plus en plus, c'est que tous les hommes sont de même espèce, qu'il n'existe sur la terre qu'une seule espèce humaine dont le plateau central de l'Asie paraît être le berceau. Pas de conflit possible, ici, entre la science et la religion, puisque là où celle-ci affirme, celle-là reconnaît qu'elle ignore. Les conflits ne naissent qu'avec la science fausse, c'est-à-dire la science intéressée dans des systèmes préconçus, ou, pour être plus exact et plus juste, avec les savants qui, dans leurs travaux, cherchent moins à servir la science qu'à se servir d'elle. Nous ne suivrons pas l'auteur dans l'exposé et la réfutation des thèses des Hæckel, des Mortillet, des Carl Vogt, des Semper, hommes de science sans doute et de beaucoup de science, mais plus encore hommes de secte et de parti. Nous dirons seulement qu'il a écrit, en les combattant, des pages aussi éloquentes que démonstratives, irréfutables pour quiconque les lira avec un désir sincère de trouver la vérité, avec la bonne foi au

cœur. Comme exemple de manifestation bien frappante de l'*âme* humaine, dans le sens spiritualiste, il expose en détail l'histoire d'une pauvre enfant *sourde*, *muette* et *aveugle* de naissance, Marthe Obrecht, qui, sous l'influence d'une éducation patiente et toute de dévouement, était parvenue à s'élever non seulement à la connaissance des choses matérielles et usuelles, mais encore aux conceptions les plus élevées sur les affections de famille, les relations d'amitié, de charité, de reconnaissance, sur Dieu, sur l'âme et ses devoirs envers lui comme envers le prochain, enfin à toutes les idées générales et les notions les plus abstraites auxquelles l'intelligence humaine puisse être initiée.

Une apologie scientifique de la foi chrétienne ne serait pas complète, si elle s'arrêtait à l'origine de l'homme sans le suivre dans son histoire générale et sans s'occuper de sa destinée. Sur l'état et la condition du premier couple humain, la science, en tant que telle, ne sait rien et ne saura jamais rien : la connaissance humaine ne peut être édifiée sur ce point que par ce que nous apprend la Bible, et nul conflit ne peut naître ici, entre la révélation et la science positive. Quant aux premiers hommes, aux premiers descendants d'Adam, l'Écriture nous apprend qu'ils furent, dans leur père commun, frappés de déchéance ; rien d'étonnant, dès lors, à ce qu'ils soient tombés, sur beaucoup de points, dans l'état de dégradation que décrit si complaisamment cette science non encore constituée, cette science en formation qu'on appelle la *préhistoire* (1). D'autre part, une science plus autorisée et surtout plus anciennement constituée, la linguistique, en déchiffrant, en Égypte, en Syrie, en Mésopotamie et sur un grand nombre de points de l'Asie centrale, les inscriptions d'une foule de monuments récemment découverts, constate l'existence de civilisations extraordinairement reculées et antiques, qui étaient en pleine floraison aux temps mêmes où, selon toute probabilité, les populations occidentales se traînaient péniblement dans les âges de la pierre éclatée ou taillée. Cet état de civilisation au voisinage de la région où fut le berceau de l'humanité s'explique tout naturellement par le fait d'une lignée privilégiée, héritière plus immédiate et plus fidèle des lumières primitives. Il est d'ailleurs en parfaite harmonie avec l'enseignement de la Bible.

(1) Il est malaisé de se résigner à employer le terme barbare et amphigourique adopté par certains adeptes de l'Archéologie préhistorique. Au lieu de parler français en donnant à cette branche de l'archéologie le nom si logique et si naturel de *préhistoire*, ces messieurs ont été faire un substantif d'un adjectif ; et ils appellent emphatiquement leur science, pleine de promesses sans doute, mais à peine née : *Le Préhistorique !*

Cet enseignement est sinon muet, du moins sans précision, quant à l'antiquité de l'espèce humaine, à l'âge de l'humanité, puisque les innombrables systèmes chronologiques édifiés sur les généalogies bibliques varient entre eux de trois mille ans. Ces chronologies ne peuvent donc avoir aucune valeur dogmatique. Mais bien plus vagues et bien moins précis encore sont les calculs de la science sérieuse. Quant aux calculs funambulesques d'une certaine école qui arrive à préciser l'âge fantastique de 240 000 ans pour la durée de l'humanité pendant la seule période quaternaire, on comprendra que, moins compatissant pour certaines misères que M. Duilhé de Saint-Projet, nous ne nous y arrêtions pas. Nous ne nous attarderons pas non plus à discuter l'homme tertiaire, en train aujourd'hui d'aller rejoindre le bathybius, l'anthropopithèque et autres produits de l'imagination d'auteurs trop enclins à prendre leurs désirs pour des réalités.

La question du déluge mosaïque est traitée rapidement par le savant chanoine. L'avouerons-nous? Il semble que, dans cette question, à la vérité délicate, le sagace écrivain perde un peu de l'assurance de si bon aloi qui le distingue partout ailleurs. Il se borne à établir entre la Bible et la science, à ce propos, une simple concordance négative, nous faisant même l'honneur de citer une conclusion semblable que nous avons donnée dans la *Revue des questions scientifiques* d'octobre 1881. Mais le temps a marché depuis lors : la science et l'exégèse aussi. En renonçant nettement à la vieille interprétation qui attribuait l'universalité au déluge de Noé, on arrive, nous espérons l'avoir démontré dans la précédente livraison, à une concordance étonnante, merveilleuse, entre les différents textes des livres saints relatifs à ce grand fait historique ou s'y rattachant, et les données les plus probantes des diverses branches de la science.

Les destinées de l'homme dépassent ce monde inférieur ; elles se rattachent à l'infini, à la perfection idéale, et ne peuvent s'accomplir que par delà ce monde terrestre, dans la vision de Dieu. Tel est l'enseiment de la foi. La fausse science qui ne vise qu'à la négation de l'âme, de l'esprit, de l'immatériel, de Dieu lui-même, pour grossièrement rapporter tout à la seule matière, la fausse science s'irrite et s'insurge contre l'énoncé même de telles propositions. La vraie science n'a point d'émotions pareilles : elle s'incline respectueusement devant un ordre de vérités qui dépasse sa compétence, et ne se refuse pas à admettre qu'elles puissent être philosophiquement démontrées, à fournir au besoin, pris en elle-même, des éléments à cette démonstration. Tel est le sujet du dernier chapitre. L'auteur y combat avec bonheur les thèses

révoltantes du matérialisme ; il y démontre victorieusement devant l'observation scientifique, devant la conception de l'univers visible et devant l'idée de Dieu, que l'homme vit encore, vit de sa vraie vie et pour jamais au delà de la tombe, de l'autre côté de laquelle seulement il rencontre sa vraie destinée. — Enfin, dans un éloquent transport d'amour et de respect pour la Croix, cette croix du Sauveur du monde si odieusement outragée de nos jours, il montre comment toute connaissance, toute science, toute philosophie, est contenue et se résume en un mot, en un seul mot, mais en un mot divin : le CRUCIFIX !

J. d'E.

II

SUR L'ORIGINE DU MONDE, *Théories cosmogoniques des anciens et des modernes*, par H. FAYE, de l'Institut. SECONDE ÉDITION *revue et augmentée*. — Un vol. in-8° de XI-309 pages, 1885. — Paris, Gauthier-Villars.

Une année s'est à peine écoulée depuis que M. Faye, le très savant président du Bureau des longitudes, a fait, de sa théorie cosmogonique, l'objet d'un volume ; et déjà en paraît la seconde édition. Au point de vue scientifique et surtout au point de vue de la méthode, cette seconde édition est, s'il se peut, supérieure à la première. Elle est aussi plus complète, et ordonnée suivant un plan nouveau qui nous permettra de l'analyser rapidement sans répéter les considérations publiées ici même, en janvier et juillet 1885, sur cet important sujet. Peut-être sera-t-il permis de regretter que l'illustre astronome ne se soit pas borné au côté scientifique de la question : là, il est dans son domaine, il marche en maître, en souverain. Mais il a voulu persister à faire à ce propos une excursion sur le terrain de l'exégèse biblique, et l'impartialité nous oblige à dire qu'il y a été moins heureux. A vouloir explorer des régions nouvelles et complètement étrangères aux sujets qui remplissent nos occupations habituelles, nous risquons de nous égarer, si, préalablement, nous n'avons pas eu le soin de nous préparer d'une manière suffisante à ce voyage en pays peu connu.

Exposons le plan de l'auteur. Il divise son sujet en quatre parties, la quatrième provenant du dédoublement de la *Troisième partie* de la première édition. Les trois premières de l'édition actuelle sont consacrées à une sorte d'historique des idées que s'est faites successivement

l'humanité sur la constitution de l'univers. C'est dans la première des trois, intitulée : *Idées cosmogoniques des premiers temps*, que l'illustre astronome a placé son excursion en pays inconnu, nous voulons dire en exégèse biblique. Rendons d'ailleurs un sincère et éclatant hommage à l'élévation des pensées de l'auteur, à la rectitude de ses intentions et à l'esprit ouvertement spiritualiste et théiste qu'il professe dans son Introduction; cet esprit respire, au surplus, dans toute l'étendue de son livre. Il n'en est pas moins vrai qu'il s'est, à nos yeux, trompé d'un bout à l'autre de son premier chapitre : *Moïse et la Genèse*. Le savant membre de l'Institut admet l'inspiration des livres saints pour les vérités religieuses ; mais, ajoute-t-il, « cette inspiration n'a jamais porté sur les questions d'ordre scientifique. » C'est là une affirmation bien axiomatique: cependant affirmer n'est pas prouver. L'illustre président du Bureau des longitudes ne ferait-il pas ici quelque confusion ? Ce qui est certain, ce que personne ne conteste sérieusement, c'est cette vérité que l'écrivain sacré n'a pas pris la plume pour instruire les juifs dans les sciences profanes que Dieu a voulu abandonner aux recherches des hommes : *mundum tradidit disputationibus eorum*. Mais il ne s'ensuit pas nécessairement que les faits d'ordre scientifique, introduits dans le récit comme concourant indirectement ou accessoirement au but de l'auteur inspiré, aient été abandonnés à ses lumières privées, l'exposant ainsi à commettre des erreurs formelles, à exprimer, en dehors de ce qui se rapporte directement au dogme et aux principes de la morale, des propositions substantiellement fausses. C'est, sans doute, l'opinion de quelques exégètes catholiques dont le plus important est le regretté François Lenormant, que ses hardiesses ont d'ailleurs plus d'une fois entraîné trop loin : opinion d'ailleurs fort récente et à laquelle la très grande majorité des théologiens est, croyons-nous, contraire. Là où l'énoncé de certains faits scientifiques ou historiques était nécessaire ou utile au but, d'ordre tout spirituel et religieux, du livre inspiré, cette inspiration préservait l'écrivain de l'erreur, tout en le laissant se servir d'expressions, de métaphores et de figures conformes au génie de la langue dans laquelle il s'exprimait, comme aux habitudes d'esprit du peuple enfant auquel il s'adressait. Voilà ce que le savant auteur dont l'ouvrage nous occupe semble avoir ignoré. Sans quoi il eût été vraisemblablement moins tranchant dans ses affirmations. Il n'eût pas posé comme une sorte d'axiome que « *ne sachant rien de plus que les autres hommes sur les choses purement matérielles*, l'écrivain sacré en parlera comme tout le monde. » Il parlera comme tout le monde,

assurément, afin de se faire comprendre, mais non pour énoncer des choses fausses en soi.

Toute l'exégèse du savant astronome, fondée sur les prétendues erreurs scientifiques de Moïse dans le récit de l'hexaméron, pèche donc par la base. L'auteur doit bien s'en douter un peu, si l'on en juge par les réponses qu'il oppose à deux erreurs de fait qui lui avaient été signalées. On lui avait fait observer d'abord que le mot *firmament*, στερέωμα chez les Septante, au sens de voûte cristalline solide, n'existe pas dans le texte hébreu : celui-ci emploie le mot *râkîa* qui signifie seulement *étendue*, EXPANSIO ou *expansum*. Que répond à cela l'illustre savant ? Que le verset 18, au chapitre XXXVII du livre de Job, dit que le ciel est ferme comme un *miroir* (?) d'airain. A quoi l'on peut répliquer que le livre de Job n'est pas la Genèse, et que l'énumération poétique dans laquelle se trouve le passage indiqué n'a point le caractère d'un récit, d'un exposé de faits : c'est une suite de figures métaphoriques destinées à représenter à l'imagination la grandeur et la puissance de Dieu, mais où les cieux n'ont qu'un lointain rapport avec le *firmamentum* de la Genèse. Le verset de Job qui paraît si concluant à notre éminent contradicteur est ainsi rendu dans la Vulgate : *Tu forsitan cum eo fabricatus es* CŒLOS, *qui solidissimi quasi ære fusi sunt*, ce qui signifie : *Peut-être as-tu formé de concert avec lui* (le Créateur) LES CIEUX, *qui sont aussi solides que s'ils avaient été coulés en airain*. C'est là une apostrophe ironique dans laquelle il est question non pas du *firmament*, RAKIA, mais bien des *cieux*, SHAMAÏM, ce qui peut s'entendre tout aussi bien, et même beaucoup mieux, des astres qui peuplent les espaces, que de ces espaces eux-mêmes. D'ailleurs, encore une fois, ce n'est là qu'une figure, laquelle est sans rapport avec le récit hexamérique de Moïse.

Ailleurs l'érudit astronome fait grand état de la prétendue contradiction non remarquée (et pour cause), entre l'idée que l'on se fit, à certaine époque, d'une pluralité des cieux, et la Genèse, le mot *ciel* (au singulier) « étant seul admissible d'après la Bible. » On répondit à M. Faye que, bien loin que le mot *ciel* soit « le seul admissible d'après la Bible, » il n'est pas admis au contraire une seule fois au singulier dans toute la Bible hébraïque ; il y revient cependant plusieurs centaines de fois, mais toujours sous la forme *shamaïm*, considérée par tous les hébraïsants comme un pluriel proprement dit bien qu'elle ressemble à un duel. Quelle réplique victorieuse oppose à cela notre exégète?—Que le mot *shamaïm* n'a pas de singulier ! — Mais alors, s'il n'a pas de singulier, comment en peut-on conclure que le singulier

est « seul admissible d'après la Bible »? — Le voici : ce mot n'ayant en hébreu que la forme plurielle, on doit le traduire par le singulier. — Nous avouons ne pas saisir très bien le lien logique de ce raisonnement ; nous avons même ouï dire que les commentateurs et les hébraïsants sont généralement d'accord pour induire de l'emploi exclusif du pluriel dans la désignation du ciel en tout le cours de la Bible hébraïque, que, dans la pensée des écrivains sacrés, il y a plusieurs *cieux*. Peut-être s'agit-il, dans ce pluriel à forme de duel *(shamaïm)*, et du ciel matériel, les astres, et du ciel spirituel, les anges... (?) En tout cas, c'est bien au pluriel, et intentionnellement au pluriel, que la Bible parle des cieux. L'analogie que notre auteur prétend tirer du pluriel employé au premier verset de la Genèse pour désigner Dieu n'est pas justifiée. D'abord *Elohim* a un singulier : *Eloha ;* et lorsque dans la Bible, *Dieu* est désigné par le substantif pluriel *Elohim*, ce substantif est le sujet d'un verbe au singulier : *bara Elohim*. C'est comme si l'on disait : *Les Dieux qui n'en font qu'un*, ou : *Dieu un en plusieurs personnes* — créa *(bara)*, etc. Cela n'a pas de rapport avec l'emploi au pluriel du mot *shamaïm*.

Convenons-en : le peu de valeur de ces répliques n'a pas dû échapper à un esprit aussi pénétrant et aussi judicieux que celui de l'écrivain que nous nous permettons de critiquer. Mais s'il eût convenu qu'il s'était trompé sur ces deux points dans sa première édition, il eût fallu par là même reconnaître que Moïse n'a pas commis toutes les bévues, toutes les énormités qu'il lui prête. Or, cela eût ruiné son système exégétique, ce système étant fondé tout entier sur la prétendue énonciation par Moïse de faits scientifiques *faux en soi*, intrinsèquement faux, mais conformes aux idées courantes de l'époque.

N'insistons pas davantage.

Nous ne nous arrêterons pas à la très intéressante revue *(Deuxième et Troisième parties)* des divers systèmes cosmogoniques successivement adoptés aux différentes époques de l'histoire, à commencer par Homère et les premiers navigateurs, continuant par Thalès, Pythagore, Platon, Aristote, Cicéron, l'école d'Épicure, de Leucippe et de Démocrite chez les anciens, pour finir, chez les modernes, par Descartes, Newton, Kant et Laplace ; les chapitres consacrés à cette revue historique diffèrent peu de ce qu'ils étaient dans l'édition précédente. Arrivons tout de suite à la *Quatrième partie*, celle qui est intitulée : *Idées cosmogoniques du XIXe siècle*. C'est là le côté vraiment original, vraiment brillant de l'œuvre de M. Faye ; devant l'exposé que précède ce titre, peuvent s'incliner les amants

de la science, en saluant dans son auteur l'héritier de cette grande race des vrais savants qui ont marqué comme les étapes du chemin parcouru par l'humanité dans la voie du progrès intellectuel. C'est sa théorie cosmogonique que l'auteur place et développe ici, mais avec quelle méthode plus parfaite et quels heureux accroissements ! Cinq chapitres la préparent, l'exposent et en font ressortir les conséquences. Celui qui s'intitule : *L'Univers et la classification des mondes* donne une description générale de la population étoilée des profondeurs sidérales, nous dirons tout à l'heure sous quel jour nouveau et saisissant. Le suivant que spécifie cet intitulé en forme d'interrogation, *Qu'est-ce qu'un soleil ?* trace une théorie complète de la physique de l'astre que nous désignons le plus ordinairement sous ce nom, et fait pressentir, par ce qu'il est aujourd'hui, ce qu'il a dû être autrefois. Le lecteur est ainsi amené insensiblement au morceau capital de l'ouvrage, à la *Formation de l'univers et du monde solaire*, magnifique théorie que complète le tableau de ses concordances remarquables avec la géologie. Enfin, l'exposé des conditions *De la vie dans l'univers* permet au savant, autorisé entre tous, de poser sur son seul vrai terrain l'éternelle question de l'habitation des astres et de démontrer comment et pourquoi le monde doit finir.

Reprenons ces vues par le détail. Ce qui constitue, croyons-nous, un point de vue nouveau dans l'étude des mondes innombrables dont l'ensemble compose l'univers, c'est une classification de ces mondes suivant un mode emprunté aux classifications botaniques et zoologiques. L'ingénieux astronome répartit les objets sidéraux observables en embranchements, classes, ordres, genres et variétés. Il compte deux embranchements : 1° Les *nébuleuses ;* 2° Les *formations stellaires*. Deux classes de nébuleuses : 1° *amorphes ;* 2° *régulières*. Trois classes de formations stellaires : 1° *Étoiles isolées*, 2° *étoiles doubles*, 3° *Amas d'étoiles*. Dans les nébuleuses amorphes, l'auteur distingue les *diffuses*, les *perforées* et les nébuleuses *à tentacules ;* dans les régulières les *annulaires* et les *planétiformes* ou planétaires. Parmi les étoiles isolées, les unes sont *blanches*, les autres *jaunes*, et d'autres *rouges*, ou du moins leurs diverses couleurs se rattachent à ces trois types qui correspondent à divers degrés de développement ou de déclin. Les amas d'étoiles sont *irréguliers*, *spiraloïdes* ou *réguliers*. Quant aux genres et variétés, ils sont désignés comme *étoiles nébuleuses*, étoiles *variables*, étoiles *avec ou sans planètes*, étoiles *à catastrophes !*

Ce qui distingue les Nébuleuses des Formations stellaires, ce sont bien moins les différences d'éclat et de dimensions que les différences

des spectres : spectres brillants présentant toutes les couleurs de l'iris et sillonnés de quelques fines raies noires, pour les étoiles : spectres obscurs signalés seulement par un petit nombre de raies brillantes pour les nébuleuses. Celles-ci sont donc de simples nuées cosmiques exclusivement composées de gaz incandescents « non susceptibles, dit M. Faye, de prendre la forme solide ». Celles-là accusent une constitution chimique très variée où se rencontrent, avec des gaz d'une fluidité parfaite, d'autres substances susceptibles de devenir solides et de résister à de hautes températures.

Les nébuleuses *amorphes* se définissent d'elles-mêmes : elles n'affectent aucune forme régulière ou déterminée ; telles sont celles d'Orion et d'Arago par exemple. Leur subdivision en « diffuses », « perforées » et « à tentacules » paraît bien un peu artificielle ou arbitraire. Il semblerait plus rationnel de ne pas développer leur classification davantage. Les nébuleuses régulières se partagent plus naturellement en annulaires, planétaires et étoiles nébuleuses.

Dans l'embranchement des Formations stellaires, la classe la plus intéressante est peut-être celle des *étoiles isolées* avec leur subdivision en trois ordres : Étoiles blanches, jaunes et rouges. Les premières sont les plus nombreuses, elles comprennent 60 pour 100 du total : la grande extension de la région violette et bleue de leur spectre révèle leur très haute température. Ce sont des soleils dans le plein épanouissement de leur splendeur radieuse. Les étoiles jaunâtres accusent un premier pas dans la voie du déclin : l'hydrogène y est encore libre et forme autour d'elles une enveloppe mince comparable à la chromosphère de notre soleil : mais leur température est déjà moins élevée ; on y constate la présence, à l'état de vapeurs, de nos principaux métaux ; la région violette et bleue de leur spectre est moins étendue et moins brillante : de là leur coloration tirant sur le jaune. Leur proportion est de 35 pour 100 de l'ensemble. Dans les étoiles rouges, cette région est notablement plus faible encore ; en plus des raies ordinaires, le spectre présente des cannelures produites par des bandes d'absorption : ici l'hydrogène n'apparaît plus, étant engagé dans des combinaisons diverses. Ces étoiles sont les plus avancées dans la voie du refroidissement. Le nombre en est relativement faible : il n'est que de 5 pour 100 environ du total. Les étoiles variables, genre par rapport à l'ordre que nous décrivons, appartiennent généralement aux étoiles rouges et sont, d'un degré de plus qu'elles, voisines de la période d'extinction.

Les étoiles doubles ou multiples nous représentent des soleils autour

desquels gravitent une ou plusieurs planètes encore incandescentes, à l'état de soleils-satellites. Circonstance curieuse, les orbites de ces planètes non encore éteintes sont des ellipses très allongées et d'une grande excentricité. Généralement les étoiles satellites sont d'un ordre inférieur à celui des étoiles qu'elles accompagnent et sont destinées à s'éteindre avant elles. Quant aux amas stellaires naguère encore désignés sous le nom de *nébuleuses résolubles*, et dont la voie lactée est, pour nous, le plus frappant exemple, ce sont des groupements d'étoiles plus rapprochées entre elles et tellement distantes de nous que leurs lueurs respectives se confondent et leur donnent l'apparence, pour l'œil nu ou armé d'instruments insuffisants, des nébuleuses proprement dites. Quelques-uns de ces amas sont de formes indéterminées ; ils constituent des systèmes d'équilibre à mouvements lents que l'analyse la plus transcendante est impuissante à formuler. D'autres ont des formes régulières : ceux-ci, en spirales à un ou plusieurs centres, révèlent d'évidents mouvements tourbillonnaires à la façon de ceux qu'avait imaginés le génie de Descartes ; ceux-là, de forme globulaire ou sphérique, semblent être soumis à des conditions d'équilibre toutes différentes de celles qui régissent notre monde solaire : la force centrale exercée par l'amas entier sur chacun des astres qui le composent serait directement proportionnelle à leur distance au centre.

La variabilité de quelques étoiles pourrait tenir à l'occultation partielle de leur lumière par le passage, devant elles et dans le même plan que notre rayon visuel, de planètes opaques. En de telles conditions ce ne peut être qu'un cas particulier fort rare. Pour le plus grand nombre des étoiles véritables, les variations de leur éclat proviennent d'un état de refroidissement non encore entièrement consommé, mais fort avancé : ce sont les dernières fluctuations lumineuses de la lampe qui s'éteint. Les *étoiles à catastrophes* présentent un cas plus particulier des étoiles variables : un astre de faible grandeur, invisible même à l'œil nu, revêt tout à coup un éclat insolite qui dure quelques jours, quelques semaines, puis retombe dans son état antérieur. M. Faye voit là une des dernières convulsions du feu intérieur en un astre déjà partiellement encroûté, et parvenu, par conséquent, à sa phase d'extinction définitive.

L'opinion la plus répandue sur la Voie lactée fait de cet amas stellaire un immense disque de trente mille années de parcours lumineux à 75 000 lieues par seconde, disque d'ailleurs aplati ou lenticulaire où notre système solaire occuperait une région voisine du centre : toutes les myriades de mondes réunis dans cet ensemble supragigantesque seraient

retenues dans les liens d'une attraction mutuelle et circuleraient autour du centre avec des vitesses dépendant de la somme de leurs masses. M. Faye est d'un autre avis : les mouvements propres qu'on a pu observer parmi les étoiles de notre univers accusent toutes les directions, et ne révèlent jusqu'ici aucun plan discernable. Les contours de l'amas galactique ne sont pas déterminés. Il a des régions insondables dont les plus puissants télescopes n'ont pu atteindre les limites. En plusieurs points il présente des bifurcations, des dédoublements partiels ou même des fractionnements isolés et fort éloignés du plan général (p. ex. les Nuées de Magellan) ; ailleurs on reconnaît des vides entièrement noirs, métaphoriquement appelés *sacs à charbon*. La Voie lactée offrirait donc plus d'analogie avec un vaste anneau subissant un commencement de désagrégation, qu'avec le disque lenticulaire traditionnel. Loin d'être un vaste univers en formation, elle serait plutôt « le résidu de l'ensemble des matériaux qui ont primitivement constitué notre univers, mais qui se sont progressivement disséminés dans l'espace en vertu d'impulsions originaires, tout en conservant quelque trace d'un vaste tourbillonnement indépendant des attractions de la masse entière » (p. 214). Dans cet ensemble, notre monde solaire appartient à l'embranchement des formations stellaires, classe des étoiles isolées à satellites (éteints) dont les mouvements sont sensiblement circulaires ; le Soleil est une étoile du second ordre, une étoile jaune. Situé dans le plan de la Voie lactée, mais un peu en dehors du centre, il a dû se détacher de l'ensemble primitif pour devenir indépendant comme ses compagnons : la présence de ses satellites relativement minuscules ne prouve rien sinon que sa formation en étoile n'a pas absorbé la totalité des matériaux du lambeau de matière cosmique ou de chaos dont il est né.

Notre soleil est la seule étoile qui soit pleinement accessible aux investigations de la science. Mais, comme on en sait assez sur les autres étoiles pour être assuré que leur analogie avec lui est complète, c'est l'étude de ce dernier qui mettra définitivement sur la voie de la solution du problème cosmogonique. Et M. Faye donne ici la belle théorie de la constitution physique du Soleil dont nous avons parlé. Il groupe, dans un ensemble méthodique et harmonieux, des données éparses dans divers chapitres de sa première édition et dans sa *Notice* sur la *Formation de l'univers* publiée dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes* pour 1885. Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit précédemment à propos de ces deux ouvrages. Mentionnons toutefois, en passant, une petite erreur de calcul que l'éminent astronome a oublié de

rectifier bien qu'elle lui ait été signalée (1). La densité du Soleil étant actuellement de 1,4 comparée à celle de l'eau, si l'on suppose sa masse répartie en une sphère d'un rayon décuple de celui de l'orbite de Neptune, ce dernier rayon étant d'ailleurs égal à 6450 demi-diamètres du globe solaire actuel, on aura pour sa masse ainsi diluée, une densité plus faible d'un nombre de fois représenté par $64\ 500^3$: et l'auteur ajoute (p. 223) : « ou 428 000 000 000 000 fois plus petite. » Or, que l'on multiplie le nombre 64 500 une première fois par lui-même pour avoir son carré, puis une seconde fois pour avoir son cube, ou bien que l'on multiplie son logarithme par 3 et que l'on cherche le nombre correspondant au nouveau logarithme ainsi obtenu, on ne trouvera jamais 428 trillions, mais seulement 268 336 125 000 000, soit, en négligeant les unités inférieures : 268 000 000 000 000. Cela a sans doute peu d'importance ; car de tels nombres, comme le fait remarquer fort à propos le savant écrivain, « ne nous disent rien. » Néanmoins, dans un ouvrage où les nombres jouent un rôle si important, les erreurs de calcul doivent, autant que possible, être évitées. Revenons à la théorie physique du Soleil. L'auteur explique les taches, les pores et les facules par des mouvements tourbillonnaires dont il ramène le mode de fonctionnement à sa théorie bien connue de cyclones, tornados et autres tourbillons aériens de notre atmosphère. Les taches qui se forment principalement dans la zone équatoriale seraient le résultat, dans des proportions gigantesques, de phénomènes du même ordre prenant naissance dans la photosphère et pénétrant dans les profondeurs de l'astre. Là, rencontrant une température beaucoup plus élevée, les particules métalliques à l'état liquide ou solide seraient dissociées de nouveau et renvoyées violemment à la surface, sous forme de gaz incandescents, entraînant avec elles d'énormes quantités d'hydrogène. Celles-ci, projetées avec force, produisent les fameuses protubérances roses, objet de tant d'observations curieuses. Comparant le Soleil à une immense machine thermique ayant pour foyer la masse même de l'astre, dont la contraction progressive entretient l'énorme provision de calorique, pour condenseur la photosphère et le froid intersidéral, pour moyen de régularisation l'invariabilité des deux températures où se produisent et se détruisent les combinaisons chimiques, l'auteur fait voir que la terre joue aussi un rôle analogue, quoique dans des proportions comparativement infimes, grâce à la chaleur qu'elle reçoit du Soleil. Le savant auteur établit ainsi l'unité de plan

(1) Cf. *Revue des quest. scientif.* de janvier 1885, p. 118 *ad notam.*

dans notre monde solaire, comme il l'avait établie précédemment entre son Soleil et les milliers de millions d'astres semblables qui peuplent l'espace. Il arrive ainsi tout naturellement à l'exposé de sa cosmogonie qui, pour n'avoir pas encore été universellement acceptée et pour soulever quelques oppositions assez sérieuses, n'en est pas moins déjà célèbre. L'ayant développée en détail dans de précédentes livraisons de ce recueil, nous n'y reviendrons pas.

Mais il y a lieu d'accorder quelque attention à un point de vue que le sagace écrivain n'avait guère fait qu'indiquer en passant dans sa première édition, et qu'il développe cette fois de la façon la plus heureuse sous ce titre : *Concordances géologiques*. En comparant la quantité de chaleur, évaluée en calories, que le Soleil dépense annuellement et, par suite, qu'il a développée jusqu'à ce jour par sa concentration progressive, il arrive à conclure que cet astre ne peut pas atteindre l'âge de quinze millions d'années. D'autre part, les travaux des géologues les plus autorisés, nommément de M. de Lapparent, dont notre judicieux auteur cite plusieurs fois le savant traité, portent à une vingtaine de millions d'années la durée qu'il a fallu à notre sphéroïde, à partir des temps primaires, pour arriver à sa constitution à peu près définitive des temps quaternaires. De là, cette conclusion, corroborant celle de la cosmogonie, que notre globe est plus ancien que le Soleil, en d'autres termes, que « les premiers rayons du Soleil naissant ont dû éclairer une terre déjà consolidée, déjà remaniée par les eaux sous l'influence de la seule chaleur centrale ». Passant de là à la célèbre hypothèse du Dr Blandet pour expliquer l'uniformité climatérique de la sphère terrestre pendant les âges tertiaires, M. Faye estime que, dans la théorie de Laplace, elle soulève des difficultés, des objections graves, tandis que, dans sa théorie à lui, cette hypothèse ne rencontre aucune contradiction et s'y adapte partout avec la plus grande aisance. Puis il résume, époque par époque, les différentes phases du développement géologique de notre globe, et parallèlement les phases correspondantes de la formation solaire. Cette *concordance* est remarquablement ingénieuse. Si elle peut laisser subsister quelques doutes dans les esprits sceptiques, — il y en a partout, — personne du moins ne pourra contester qu'elle ne soit tout à fait nouvelle et digne d'une particulière attention.

On a dit plus haut que, dans un chapitre final sur *La vie dans l'univers*, le grand astronome français aborde, avec une compétence que nul ne saurait lui disputer, la question, qui sera toujours controversée, de l'habitation des astres, la posant sur le seul et unique terrain qui

lui soit propre. Il l'avait fait déjà, au surplus, dans l'édition précédente. Il y revient avec quelques développements nouveaux pour répondre aux tenants de « certaines sectes philosophiques » (il eût été plus exact d'écrire : *qui se disent* philosophiques), pour qui la vie universelle « est une sorte de dogme ». Il montre, avec un souverain bon sens, que, dans une question où l'on ne peut et où l'on ne pourra jamais raisonner que sur des conjectures, la seule base scientifique que l'on puisse apporter à celles-ci est l'examen des conditions de la vie *telle que nous la connaissons*. En dehors de cela, il n'y a plus que fantaisie de l'imagination et contes de ma mère l'Oye. Or ces conditions sont extrêmement restreintes et ne se rencontrent que dans les plus étroites limites. Ce que nous savons des astres de notre monde ne permet de supposer vraisemblablement de telles conditions réunies que tout au plus dans un ou deux d'entre eux. Pour les mondes stellaires, qu'ils possèdent des planètes refroidies et habitables comme la terre, la chose est assurément fort possible, mais nous n'en savons et nous n'en saurons jamais rien : par conséquent tout ce que l'on peut dire sur leurs hôtes imaginaires rentre dans le domaine de la rêverie pure, et n'a rien de commun avec la science. On a prétendu « réfuter » la thèse de M. Faye; en réalité l'on n'a rien réfuté du tout. On l'a contredit dans des phrases alignées d'une plume élégante et facile : on n'a pas renversé un seul de ses dires. Le zélé champion de la vie prétendue universelle dans les astres « en nombre *infini* » (sic) a cru traduire ironiquement la pensée de l'illustre astronome en l'exposant ainsi :

« Il n'y a dans l'univers que ce que nous voyons. Nous ne voyons ni les planètes qui pourraient exister autour des autres soleils, ni les habitants qui pourraient exister sur les planètes de notre système. Donc la terre est le seul monde habité (1). »

Pour obtenir son effet d'ironie le traducteur a forcé la note, car notre auteur n'a pas dit cela. Mais modifiez légèrement la majeure et la conclusion dans le sens de la vérité en disant : « *Nous ne pouvons connaître* dans l'univers que ce que nous voyons. Donc la terre est le seul monde *que nous sachions* habité, » et vous aurez une proposition parfaitement exacte, à vrai dire la seule scientifique et la seule exacte dans la question. Répétons donc avec un membre éminent de l'Institut dont le savoir et surtout le sens pratique et sûr laissent bien loin derrière lui tous les prôneurs de métempsycose astronomique et autres produits d'imaginations plus brillantes que rationnellement dirigées :

(1) *Revue mensuelle d'Astronomie populaire*, livraison de mai 1885, p.164.

assurément « il serait puéril de prétendre qu'il ne peut y avoir qu'un globe habité dans l'univers ; mais il serait tout aussi insoutenable de prétendre que tous ces mondes sont habités ou doivent l'être. »

Quant à notre Soleil, lorsqu'il sera éteint et encroûté à son tour — et c'est par la démonstration de cette fin inévitable que notre brillant auteur clôt son livre — deviendra-t-il la planète habitable et habitée de quelque autre soleil qui n'existe pas encore, mais dont les germes seraient encore épars dans les profondeurs de l'espace ? C'est ce que nous laissons à la féconde imagination de nos Pégases intersidéraux le soin de découvrir.

J. d'E.

III

Encyclopédie des travaux publics, fondée par M. Léchalas, Inspecteur général des ponts et chaussées. Paris. Librairie polytechnique, Baudry et Cie, libraires-éditeurs, 15, rue des Saints-Pères. Même maison à Liège.

Routes, par M. Léon Durand-Claye, Ingénieur en chef, professeur à l'École des ponts et chaussées ;

Chemins vicinaux, par M. Léopold Marx, Inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, membre du comité consultatif de la vicinalité ; 1 vol in-8° de 624 pages avec figures dans le texte.

Sous le titre d'*Encyclopédie des travaux publics*, M. Léchalas, inspecteur général des ponts et chaussées, vient d'entreprendre une publication magistrale, appelée, croyons-nous, à un vaste retentissement.

Quelques mots ne seront peut-être pas inutiles pour faire nettement apparaître le but de l'œuvre.

M. Léchalas n'a pas voulu mettre simplement à la disposition des ingénieurs une collection de cours développés faisant, pour ainsi dire, revivre dans leur esprit l'enseignement de l'École. L'encyclopédie qu'il dirige satisfait largement ce besoin, mais elle va beaucoup plus loin : elle comprend un grand nombre d'études sur des sujets spéciaux (1), études dues à la plume d'hommes hautement compétents ; ces

(1) Nous citerons, à cet égard, *la Seine maritime*, *les ports des îles Britanniques*, *les ports de la Manche*, *la Seine de Paris à Rouen*, *les ports de l'océan Atlantique*, etc. etc...

études très utiles, très importantes comportent de tels développements qu'elles n'auraient su trouver place dans les recueils périodiques qui sont entre les mains des ingénieurs. Il était bon, d'un autre côté, de les réunir en une même collection pour faciliter les recherches. Ce désir avait souvent été exprimé ; grâce à M. Léchalas le voilà satisfait ; tous les hommes spéciaux en seront reconnaissants à l'éminent inspecteur général.

M. Léchalas a fait appel, pour la réalisation de son œuvre, aux ingénieurs les plus honorablement connus par leurs travaux, et réputés pour leur compétence spéciale. Tous se sont vivement mis au travail ; sept ouvrages ont déjà paru ; cinq sont sur le point de voir le jour ; une douzaine sont en préparation, et l'avenir est encore plein de promesses.

Pour donner une idée de cette belle collection, nous allons aujourd'hui analyser un des livres qui en font partie, le Traité des *routes* de M. l'ingénieur en chef L. Durand-Claye, complété par une étude sur les *chemins vicinaux* due à M. l'inspecteur général L. Marx.

ROUTES.

On a pu croire à une certaine époque, lorsque l'expérience entreprise sur les voies ferrées eut fait tomber les hésitations de la première heure et entrevoir l'avenir immense réservé à cette merveilleuse industrie, que les transports par routes ne tarderaient point à disparaître ou, du moins, à décliner rapidement. Cette prévision, qui semblait porter en soi une certaine part d'évidence, n'était rien moins que fondée ; elle a été depuis pleinement démentie par les faits. Les routes, loin de perdre de leur importance par suite du développement inouï des chemins de fer, en ont au contraire acquis une nouvelle, comme complément au réseau des voies ferrées. La circulation sur les routes a changé de direction ; elle ne s'est pas amoindrie ; l'énorme trafic que font les chemins de fer, suivant l'expression très juste de M. L. Durand-Claye, s'est créé de toutes pièces, sans, pour ainsi dire, rien enlever aux autres voies de communication.

Au surplus, nous citerons à ce propos les paroles autorisées d'un ingénieur éminent, M. Félix Lucas, qui dit dans son *Étude historique et statistique sur les voies de communication de la France* (1), pages 19 et 20 :

« On pouvait craindre que les chemins de fer, en enlevant aux

(1) Paris, Imprimerie nationale, 1873.

routes les transports à grande distance des voyageurs et des marchandises, ne fissent perdre à ces voies de communication leur ancienne importance.

» Telle route, parallèle à un chemin de fer et primitivement très fréquentée, s'est en effet trouvée réduite à desservir les transports restreints entre localités voisines. Mais, par contre, on a vu se produire sur telle route transversale, autrefois sans importance, un grand mouvement de marchandises et de voyageurs. Il en résulte que les chemins de fer ont déplacé la circulation sur les routes sans la diminuer en moyenne : c'est ce qu'ont démontré les comptages quinquennaux opérés, par les soins de l'Administration, sur les routes nationales et départementales. La masse des produits agricoles, industriels et commerciaux circulant sur ces routes s'est accrue à mesure que le parcours moyen de ces marchandises allait en diminuant.

» L'extension des chemins de fer n'a donc pas amoindri l'utilité d'entretenir les routes, d'en terminer les lacunes et d'en continuer les rectifications ; elle a d'ailleurs nécessité l'augmentation des dimensions transversales dans les traverses des grandes villes, comme Paris, Lyon, Marseille, etc. »

La question de la construction et, surtout, de l'entretien des routes n'a donc pas perdu de son intérêt de nos jours et mérite encore de fixer l'attention des ingénieurs. Elle fait l'objet d'un cours que M. l'ingénieur en chef Léon Durand-Claye professe avec distinction aux élèves de première année de l'École des ponts et chaussées, à Paris. C'est ce cours qui a fourni la matière du volume que nous avons sous les yeux.

Ce *Traité des routes* comprend quatre grandes parties :

1° Dispositions générales.

2° Étude et préparation des projets.

3° Construction.

4° Entretien.

Ces quatre divisions correspondent aux quatre grandes questions qui résument tout ce que l'on peut avoir à apprendre sur le sujet :

1° Qu'est-ce qu'une route ? De quels éléments se compose-t-elle ?

2° Quelles sont les études nécessaires à l'établissement d'une route entre deux points donnés ? Dans quel ordre et suivant quel mode convient-il de les entreprendre ? Quelles sont les données qui en forment la base ? Sous quelle forme en fait-on connaître les résultats ?

3° Quels sont les moyens pratiques employés pour l'exécution des travaux ?

4° Une fois la route construite, comment la maintient-on en bon état ?

Nous allons examiner successivement chacune de ces quatre parties.

I. — *Dispositions générales.* — Après avoir distingué les diverses espèces de voies de communication : voies naturelles (navigation maritime ou fluviale) (1) et voies artificielles (canaux, chemins de fer, routes), M. L. Durand-Claye fait connaître la classification établie en France entre les divers types de routes : routes nationales, routes départementales, chemins vicinaux, et donne quelques renseignements statistiques intéressants à ce sujet.

La France compte actuellement, en nombres ronds, 38 000 kilomètres de routes nationales représentant comme frais de premier établissement, un capital de 1140 millions, et coûtant 27 millions d'entretien annuel ; 38 000 kilomètres de routes départementales dont les frais de premier établissement se montent à 760 millions et l'entretien annuel à 19 millions ; enfin 586 000 kilomètres de chemins vicinaux ayant coûté 4688 millions de premier établissement et exigeant pour leur entretien annuel un crédit de 115 millions.

Le chiffre de la circulation sur les routes nationales et départementales est, en *tonnes transportées à un kilomètre*, de 7 millions 1/2 par jour, soit de 2 milliards 3/4 par an. La circulation sur les chemins vicinaux est sensiblement équivalente.

Les quelques chiffres qui précèdent, extraits des renseignements statistiques fournis par M. L. Durand-Claye, sont bien propres à faire ressortir l'importance économique qui s'attache au sujet traité dans le livre.

Après avoir défini les divers éléments constitutifs de la route (chaussée, accotements, fossés, banquettes, talus) l'auteur indique pour chacun d'eux les conditions qu'il doit réaliser en vue du meilleur aménagement possible.

Les deux questions qui se posent à propos de la disposition à adopter pour une chaussée sont les suivantes : Quelle largeur convient-il de donner à la chaussée? et quel bombement ?

La largeur doit d'abord être au moins suffisante pour que deux voitures puissent se croiser à leur aise ; cela pourrait passer pour

(1) L'avenir n'est peut-être pas bien éloigné où il faudra ajouter : ... *et aérienne.* Il est permis de formuler cette prévision après la remarquable expérience des capitaines Paul et Charles Renard faite à Meudon au mois de septembre dernier.

un axiome ; mais que faut-il donner en plus à la largeur ? Ici la question devient plus délicate qu'on ne pense au premier abord et partage les esprits. Les uns disent : il faut, suivant l'importance de la fréquentation de la route, que trois, quatre,... voitures puissent passer de front. Les autres prétendent que le degré de circulation n'influe pas sur la largeur des chaussées par le nombre des voitures qui peuvent à un moment donné se trouver de front en un point de la route, cette rencontre ne se produisant que de loin en loin, mais par la répartition de la fatigue à la surface de la chaussée. Les partisans de la seconde théorie ont donné une formule qui permet, en fonction de la largeur moyenne des voitures circulant sur la route et d'un coefficient caractéristique de l'intensité de la circulation, de calculer la largeur que l'on doit, *rationnellement*, attribuer à la chaussée. C'est peut-être bien là un abus de la formule. A défaut d'autres raisons (qui d'ailleurs ne manqueraient pas), on pourrait invoquer contre cette manière de procéder les résultats évidemment exagérés auxquels elle conduit dans bien des cas.

Le bombement, plus encore que la largeur, a soulevé des controverses parmi les ingénieurs. La question semble pourtant aujourd'hui définitivement tranchée. Y a-t-il un ingénieur qui, de nos jours, adopterait une chaussée creuse? C'est pourtant le type que préconisait encore, en 1775, pour les fortes pentes, l'un des plus illustres ingénieurs français du siècle dernier, Trésaguet. La chaussée bombée est maintenant universellement adoptée, au moins en France : ses avantages sont incontestables ; elle a pourtant aussi ses inconvénients. Un cheval tirant une voiture sur le versant d'une chaussée bombée éprouve une certaine gêne et a une tendance instinctive à revenir sur l'axe de la route. Or, la fréquence du passage des voitures suivant la même trace engendre les ornières, ennemis redoutables de la traction.

Pour éviter autant que possible cet inconvénient, on ne dépasse pas aujourd'hui en France le bombement de 1/50 ; en Angleterre, sur les conseils de Mac Adam, on est descendu à 1/72 et même à 1/100.

M. L. Durand-Claye démontre aussi, avec beaucoup de bon sens, la complète inutilité de la méthode qui consiste à donner à la chaussée un profil tel que les roues de voitures lui soient normales, méthode qui d'ailleurs conduit aux bombements exagérés de 1/26 et 1/27.

En ce qui concerne les accotements, M. L. Durand-Claye met en évidence la différence radicale qu'il y a entre les anciens accotements, sortes de chaussées éventuelles dont la largeur atteignait jusqu'à 8 et 9 mètres, et les accotements modernes simplement destinés à

recevoir les dépôts de matériaux approvisionnés en vue de l'entretien et à fournir un garage aux piétons. L'auteur expose aussi le système des gares qui supprime presque entièrement les accotements, mais qui n'est pas très commode pour l'entretien. Il préconise le système des accotements en saillie.

Il fait connaître ensuite l'aménagement des fossés et banquettes et aborde la question des talus. Pour les talus de déblai, il expose la célèbre méthode de calcul de M. de Sazilly. Malheureusement l'emploi de cette méthode suppose la détermination expérimentale de plusieurs coefficients, détermination qui ne laisse pas que d'être assez aléatoire.

II. — *Étude et rédaction des projets.* — M. L. Durand-Claye entame cette question par l'examen des conditions auxquelles doit satisfaire un tracé de route : 1° *Conditions stratégiques.* Ces conditions, qui ont un intérêt pour ainsi dire nul, à l'intérieur du pays, car elles n'ont à être prises en considération que dans le cas d'une invasion profonde, occurrence encore heureusement assez rare, acquièrent une grande importance dans la zone frontière où les ingénieurs ont à débattre toutes les dispositions de leurs projets avec l'autorité militaire. Comme l'entente est souvent fort difficile à obtenir en ces matières, une commission mixte des travaux publics, composée de hauts fonctionnaires de l'armée et des travaux publics et de conseillers d'État, est appelée à trancher toutes les difficultés qui se présentent. — 2° *Conditions économiques.* Les plus importantes assurément, car les conditions techniques n'ont, au fond, pour objet que d'y satisfaire le mieux possible. Dans ces conditions économiques interviennent des éléments divers : intérêt et amortissement du capital employé à la construction ; frais annuels d'entretien ; intensité de la circulation des marchandises et prix de transport. M. Durand-Claye donne une élégante solution algébrique du problème, qui consiste à faire la comparaison économique de deux tracés de route, en tenant compte de ces divers éléments. Malheureusement, ici encore, la détermination des données numériques présente un très grand aléa. — 3° *Conditions techniques*, Ce sont celles qui sont plus spécialement du ressort de l'ingénieur, et qui concernent la facilité de la circulation, l'économie de la construction et la facilité de l'entretien. De l'examen que nous venons d'esquisser, M. Durand-Claye déduit les principes généraux qui doivent guider l'auteur d'un projet.

Le paragraphe suivant, intitulé : *Notions sur les voitures et les chevaux*, mérite une lecture particulièrement attentive. On ne se ren-

drait, en effet, qu'imparfaitement compte des conditions que doit remplir une voie de communication si l'on n'avait pas une idée suffisamment exacte du véhicule auquel cette voie doit être appropriée. Aussi ne saurait-on trop savoir gré à l'auteur, des renseignements détaillés qu'il donne sur les principaux types de voitures et sur le cheval (poids, allure, puissance, rendement, résistances passives à vaincre, fatigue, etc...).

M. Durand-Claye passe ensuite en revue les nombreux inconvénients que présentent les courbes dans le tracé, et fait connaître les limites dans lesquelles il convient de se tenir en pratique. Puis il aborde la question beaucoup plus délicate des déclivités. Il étudie l'influence de la déclivité sur la traction et explique l'usage du frein qui, lorsque l'effort de traction devient négatif — c'est-à-dire, lorsque le cheval tend à être poussé par la voiture — permet de rendre cet effort nul.

Ayant effectué le calcul du travail de la résistance à la traction, sur un parcours donné, de déclivités connues, il détermine la fatigue correspondante du cheval, et la limite du chargement. Il fait l'application des résultats obtenus aux tracés de routes, indique les limites de pentes que l'expérience prescrit de ne point dépasser, et résume enfin, d'une manière très concise et très claire, les règles auxquelles on doit s'attacher dans les projets.

Vient ensuite l'exposé des opérations à faire pour l'étude d'un tracé. L'auteur débute par l'étude en pays plat, qui ne présente guère de difficultés. Il fait voir comment, par une simple reconnaissance des lieux, on détermine la base d'opérations sur laquelle s'appuient les recherches qui conduisent au tracé définitif. On procède à l'étude de ce tracé définitif soit par la méthode des profils en travers, soit par celle des courbes de niveau.

En pays de montagne, l'étude est beaucoup plus complexe. M. Durand-Claye commence par donner une idée générale de la configuration théorique du globe : il en trace, pour ainsi dire, le schéma, de manière à poser avec rigueur certaines définitions et certains principes indispensables dans la suite. Il passe ensuite en revue les différents cas qui peuvent se présenter, faisant connaître pour chaque cas la solution correspondante, et indique divers procédés pour la recherche des cols et la détermination des lignes de pente.

M. Durand-Claye fait voir comment, une fois le tracé arrêté, on le reporte sur le terrain au moyen du piquetage et des repères. Il donne

divers procédés pour tracer les courbes de raccordement et décrit les diverses opérations de chaînage, de nivellement en long et en travers, de sondages, etc...

Lorsque, entre deux points, plusieurs tracés semblent, *à priori*, également possibles, il faut fixer son choix avec beaucoup de discernement et se guider, autant que faire se peut, suivant des règles rationnelles. Trois méthodes ont été proposées pour cet objet, l'une en 1841 par M. l'inspecteur général Favier, la seconde en 1871 par M. L. Durand-Claye lui-même, la troisième en 1879 par M. l'inspecteur général Léchalas, fondateur de l'Encyclopédie des travaux publics. M. Durand-Claye analyse ces diverses méthodes avec les plus grands détails, et les complète par des tables numériques destinées à en faciliter l'application.

L'auteur, ayant fait connaître les divers éléments qui interviennent dans la détermination d'un tracé, aborde la rédaction des projets.

Il indique d'abord les pièces diverses dont la réunion constitue le projet (extrait de carte, plan général, profil en long, profils en travers, ouvrages d'art, devis et cahier des charges, avant-métré, bordereau des prix, détail estimatif, plans et tableaux parcellaires, mémoire) et il donne les règles admises par l'administration française pour la confection de ces diverses pièces.

Parmi ces pièces, il en est spécialement une qui exige des opérations laborieuses, c'est l'avant-métré, pour lequel il est nécessaire de faire la cubature des terrasses.

Pour obtenir le volume des terrassements d'un projet, on le divise en solides partiels, compris chacun entre deux profils en travers consécutifs. Ces solides s'appellent les entreprofils. En assimilant — ce qui se rapproche très sensiblement de la réalité — dans chaque entreprofil, la surface du sol naturel à un paraboloïde hyperbolique, on obtient une formule qui fait connaître exactement le volume de chacun de ces entreprofils. Aux lignes de passage, qui séparent les parties en remblai des parties en déblai, la détermination est plus compliquée quoique se faisant encore exactement. La méthode exacte est d'une application longue, pénible et délicate, et il n'y a véritablement en pratique aucun intérêt à avoir des résultats aussi rigoureux que ceux qu'elle fournit. Aussi est-elle employée peu ou point. On préfère les méthodes approximatives de la moyenne des aires, ou de l'aire moyenne, beaucoup plus rapides et d'une exactitude très suffisante.

L'application de l'une ou l'autre de ces méthodes exige la connaissance préalable des aires des profils en travers. Ici encore, on

pourrait employer la méthode géométrique exacte, mais on n'y aurait aucun avantage sérieux en compensation du temps perdu. Pour le calcul approximatif des aires, on a imaginé une foule de méthodes expéditives que M. Durand-Claye expose en détail et dont nous nous contentons de rappeler les noms : canevas quadrillé : décomposition en bandes d'égale épaisseur, complétée par l'emploi de la roulette de Dupuit ; méthode de M. Garceau consistant à réduire l'aire considérée à une base donnée : planimètre d'Amsler : méthode des pesées ; tables de Coriolis ; tables de M. Lefort ; tables graphiques de M. Lalanne ; règle à calcul de M. Toulon, profilomètre de M. Siégler, et modification y apportée par l'auteur du présent article ; méthode de M. Willotte (1).

Les calculs opérés au moyen des méthodes précédentes, si simplifiés qu'ils soient, sont encore trop compliqués pour les simples avant-projets. Aussi se contente-t-on dans ce cas d'une approximation encore plus grossière. La simplification que l'on introduit consiste à supposer partout la ligne du terrain horizontale. La seule donnée qui varie alors d'un profil à l'autre est la cote rouge. La formule ainsi obtenue est remarquablement simple dans le cas où l'on suppose les profils en travers à égale distance les uns des autres. On peut encore appliquer cette formule, lors même que la ligne du terrain n'est pas horizontale dans tous les profils, en opérant, suivant la méthode de M. Boulangier, une réduction à l'horizontale.

M. Durand-Claye, après avoir fait connaître comment on opère la recherche, si importante, de la compensation des terrassements, expose les diverses méthodes que l'on peut employer pour faire l'étude du mouvement des terres ; c'est d'abord la méthode qui consiste à élever en chaque point du profil en long une ordonnée représentative du profil en travers correspondant ; puis celle qui consiste à représenter les volumes par des rectangles ayant pour hauteurs les aires des profils et pour bases les demi-sommes de leurs distances aux deux profils voisins. Dans la méthode de M. Lalanne, on porte en ordonnées les cubes cumulés depuis l'origine du mouvement des terres jusqu'au profil considéré, abstraction faite des parties en remblai et en déblai qui se compensent dans un même profil. La théorie de Brückner a le même point de départ que celle de M. Lalanne dont elle ne diffère que

(1) Nous avons donné quelques détails au sujet de plusieurs de ces méthodes dans notre article sur le Traité de *Calcul graphique* de MM. Favaro et Terrier (*Revue des questions scientifiques*, octobre 1885).

par de bien faibles changements. Pour les transports en rampe, il y a lieu de faire usage d'une formule spéciale qui permet de réduire le transport considéré à l'horizontale.

III. *Construction des routes.* — La construction d'une route comprend trois opérations principales : 1° terrassements, 2° exécution de la chaussée, 3° exécution des ouvrages d'art.

Les terrassements débutent par la fouille, c'est-à-dire par l'opération qui consiste à abattre le terrain sur le parcours de la route, partout où cela est nécessaire. La manière de procéder à la fouille est très variable suivant le terrain auquel on a affaire. Dans les terres très tendres, le louchet suffit ; mais le plus souvent on est obligé d'ameubler les terres par la pioche, et par le pic si le terrain contient des cailloux ; dans les terres très compactes on emploie le procédé de l'abattage, qui consiste à débiter le terrain en gros blocs compacts qui se désagrègent en tombant ; dans le rocher on a recours au pic ou à la pince suivant le degré de compacité ; quand la roche est compacte et sans fissure, on applique le procédé de la trace ; mais il est plus expéditif dans tous les cas de recourir à l'exploitation à la mine.

M. Durand-Claye traite en détail de ces diverses opérations et des outils qu'on y emploie. Il expose, pour la classification des terres meubles, la méthode de Gasparin et celle du génie, due à l'initiative du maréchal Vaillant. Il s'étend particulièrement sur l'exploitation à la mine dont il décrit les phases diverses (percement des trous, chargement, tir, etc....) avec beaucoup de soin ; il donne à ce propos des renseignements circonstanciés sur les divers explosifs dont on fait usage et sur la détonation électrique. L'auteur fait également connaître le procédé des mines à acide, dû à M. Courbebaisse, ainsi que les appareils imaginés par cet ingénieur pour l'application de son procédé.

Les terres extraites de la fouille sont reportées sur les points où la route doit être établie en remblai ; de là, chargement, transport, déchargement. Cette triple opération se fait, suivant l'importance du cube à déplacer et la longueur du transport, au jet de pelle, à la brouette, au camion, au tombereau, au wagon ; dans le midi de la France, on emploie aussi la corbeille. M. Durand-Claye se livre à une discussion savante de ces divers modes de transport au point de vue économique, afin d'établir les conditions dans lesquelles il convient de recourir à tel ou tel d'entre eux.

Les terres rapportées sont régalées, pilonnées, tassées au rouleau ; puis les talus sont réglés.

La question la plus délicate, en matière de construction de routes, parce qu'elle dépend exclusivement des circonstances locales, et influe considérablement sur l'économie du travail, c'est celle de l'organisation des chantiers. M. Durand-Claye donne à ce sujet des règles judicieusement posées qu'on a constamment occasion d'appliquer.

Le chapitre se termine par de précieux renseignements sur la consolidation des talus.

Les terrassements une fois terminés, la forme convenablement aménagée n'a plus qu'à recevoir la chaussée, c'est-à-dire la partie de la route sur laquelle doit s'effectuer la circulation.

M. Durand-Claye commence par étudier les conditions auxquelles doivent satisfaire les chaussées. Il passe en revue les diverses circonstances qui influent sur la résistance d'un véhicule au roulement. Les unes sont afférentes à la chaussée (aspérités, mollesse, flaches, flexibilité, défaut de liaison des matériaux, boue et poussière), les autres au véhicule lui-même (frottement à l'essieu, diamètre des roues, suspension, largeur des bandes, nombre de roues, inclinaison du tirage, vitesse). Les causes de la seconde catégorie échappent à l'ingénieur, mais il peut apporter tous ses soins à faire disparaître les premières. M. Durand-Claye se livre à une analyse minutieuse de tous les éléments de résistance qui viennent d'être énumérés.

A la suite de ces considérations générales, l'auteur s'occupe des chaussées d'empierrement, ou macadamisées, suivant une expression aujourd'hui consacrée. Il examine en premier lieu leurs conditions d'établissement, c'est-à-dire l'aménagement et la consolidation de l'encaissement, l'épaisseur à donner aux chaussées, les qualités de dureté, de grosseur, de forme et de netteté qu'il faut rechercher dans les matériaux d'empierrement, sans négliger la nature des détritus provenant de leur usure ; et, à ce propos, il passe en revue, en énumérant leurs qualités et leurs défauts, les diverses espèces d'empierrement usitées en France. Il indique également l'emploi des matières d'agrégation, et termine par quelques notions historiques sur les anciennes chaussées, sur la méthode de Trésaguet employée dans la seconde moitié du siècle dernier et le premier quart de celui-ci, sur la méthode de Mac Adam (macadamisage) qui révolutionna l'art de construire les routes et s'est imposée sans conteste dans tous les pays de l'Europe, enfin sur la méthode de Polonceau (cylindrage) qui consiste à incorporer artificiellement aux chaussées des matières d'agrégation et que l'on applique dans la construction de toute chaussée un peu soignée.

L'auteur passe ensuite à l'exécution des travaux ; il décrit successivement, et avec soin, les diverses opérations qu'elle comporte : ouverture de la forme ; approvisionnement des matériaux comprenant l'extraction, le cassage, le triage, le nettoyage, le transport et l'emmétrage ; réception des matériaux, répandage ; approvisionnement des matières d'agrégation ; cylindrage. Sur cette dernière opération particulièrement l'auteur s'étend avec beaucoup de détails.

Pour les chaussées pavées, même division : 1° conditions d'établissement. L'auteur fait d'abord ressortir la nécessité d'établir la chaussée sur une fondation qui répartisse les pressions locales sur la plus grande étendue possible, présente une compressibilité faible et égale en tous ses points, conserve une résistance uniforme par tous les temps et sur toute son étendue. Le sable bien pur possède ces diverses qualités ; c'est à lui qu'on s'adresse la plupart du temps pour établir ces fondations ; dans les grands centres, où la circulation est très active, on a recours aux fondations en béton, qui sont excellentes. L'aménagement des joints a aussi une grande importance ; l'auteur s'y arrête quelques instants, puis il traite avec détail de toutes les questions relatives au pavé lui-même : nature, taille, forme, échantillon (c'est-à-dire, dimensions) des pavés, appareil (c'est-à-dire, mode d'agencement des pavés).

2° Exécution des travaux. M. Durand-Claye examine également avec soin toutes les phases qu'elle comporte et que nous allons énumérer rapidement ; les blocs de pierre, une fois extraits de la carrière, sont brisés, recoupés, épincés, et quelquefois même smillés, pour prendre la forme de pavés. Ils sont alors transportés sur le chantier où a lieu la réception par l'ingénieur, qui se rend compte de la qualité des matériaux par leur aspect, leur densité, leur porosité, et leur sonorité. Au préalable, la forme a été ouverte et a reçu la couche de sable de fondation. On procède alors au traçage de l'appareil au moyen de cordeaux, puis à la pose des pavés au moyen du marteau de paveur et à leur dressage au moyen de la hie ou demoiselle.

M. Durand-Claye, se livrant à une comparaison détaillée des deux systèmes de l'empierrement et du pavage, conclut en faveur du premier ; le second d'ailleurs n'est guère appliqué que dans les rues des villes, où l'on emploie également les chaussées mixtes.

A la suite de ces deux principaux types de chaussées, on peut classer diverses chaussées que font parfois adopter certaines circonstances locales, telles que : chaussées de blocages (pierres brutes, schisteuses en général, placées d'une façon irrégulière), chaussées de

cailloux roulés ; de cailloux étêtés ; chaussées dallées ; trams (chaussées pavées sur la piste des chevaux, dallées sur celles des roues) ; chaussées en briques dont on voit des exemples en Hollande ; chaussées en asphalte telles qu'on en rencontre dans beaucoup de grandes villes ; chaussées en bois très répandues en Amérique, introduites successivement à Londres et à Paris, où l'usage tend beaucoup à s'en répandre. Au sujet de ces nombreux systèmes, M. Durand-Claye donne tous les renseignements désirables.

Indépendamment de la chaussée, la route comprend de nombreux accessoires.

Sans parler des ponts et viaducs, qui, faisant à l'École des ponts et chaussées l'objet d'un cours spécial très développé, sont laissés de côté par M. Durand-Claye, on peut citer les ponceaux et aqueducs, plantations, murs de soutènement, perrés, souterrains, trottoirs, égouts.

En ce qui concerne les ponceaux, M. Durand-Claye développe un véritable petit traité de construction, susceptible de faire, à part, très honorable figure, et qui constitue une excellente préparation au cours de ponts. Après avoir posé les définitions, l'auteur envisage successivement chacun des éléments du ponceau et indique la disposition la meilleure à lui donner. C'est ainsi qu'ayant fait connaître les règles qui servent à fixer l'ouverture et la hauteur d'un ponceau, l'auteur indique les formes que doivent affecter l'intrados et l'extrados, l'épaisseur à donner aux voûtes et aux culées, l'emploi qu'il convient de faire du radier, la nature des matériaux à faire entrer dans la construction, les dispositions à adopter pour la chape, les têtes, les murs en retour, quarts de cône ou murs en ailes, etc.... etc..., sans négliger la manière de procéder à l'exécution, au moyen de cintres.

M. Durand-Claye, après avoir démontré l'utilité des plantations sur les routes, fait leur historique en quelques mots, et passe en revue les diverses essences usitées dans nos climats pour cet objet. Il indique l'emploi des murs de soutènement, pour le calcul desquels il renvoie aux traités de résistance des matériaux, ainsi que celui des perrés, dit quelques mots des souterrains qui, étant beaucoup plus fréquents sur les voies ferrées que sur les routes, trouvent mieux leur place dans un traité de chemins de fer, et consacre un paragraphe aux trottoirs.

L'auteur s'étend davantage sur les égouts, qui jouent un grand rôle à l'intérieur des villes. Après avoir décrit les principaux types d'égouts, il montre comment on procède à leur exécution.

Il termine en faisant connaître les accessoires qui sont en usage sur nos routes pour fournir divers renseignements à ceux qui les parcourent ; tels sont les bornes kilométriques, hectométriques, départementales, les tableaux et poteaux indicateurs. Il décrit également les itinéraires et plans d'alignement usités par l'administration française et explique leur emploi.

IV. — *Entretien des routes.* — Une route une fois construite, il s'agit de la maintenir dans le meilleur état possible ; c'est le but de l'entretien.

Nous ne pouvons mieux faire ici que de reproduire les propres paroles de M. Durand-Claye dont on ne pourra manquer de saisir la haute portée :

« L'entretien des routes fait l'objet du service ordinaire des ponts et chaussées, auquel la plupart des ingénieurs sont attachés. Il constitue un art dont l'étude et l'application souvent difficile présentent un intérêt imprévu. Bien des personnes s'étonnent qu'on ait recours à un personnel savant, comme celui des ponts et chaussées, pour diriger un travail aussi simple, comme on dit, que de jeter des cailloux sur les routes. Elles ne réfléchissent pas qu'on jette des cailloux sur les routes depuis des siècles, mais qu'il n'y a guère qu'un demi-siècle que les routes sont couramment praticables, moins encore qu'elles sont bonnes. C'est un résultat qui n'a été acquis qu'à la suite de recherches nombreuses et savantes et de discussions approfondies, parfois passionnées, qui ont fait de l'entretien des routes une science basée sur un corps de doctrines et sur des principes rationnels. »

Pour montrer tout l'intérêt qui s'attache à l'étude de l'entretien des routes, nous citerons encore ces paroles de M. l'ingénieur en chef Vallès, rapportées par M. Durand-Claye lui-même :

« ..... On ne trouve pas qu'il y ait dans la science de l'entretien de détails trop infimes. L'humble pierre cassée que nous voyons sur les tas d'approvisionnement de nos routes va devenir bientôt un des éléments de la richesse du pays. »

Le principe sur lequel repose l'entretien a reçu le nom de *principe du point à temps.* M. Durand-Claye en rappelle l'origine dans ces termes :

« Dans l'enquête ouverte devant le parlement anglais, en 1818, sur les procédés de Mac Adam, M. Valker, insistant sur la nécessité de saisir les moindres dégradations à leur début, et d'y porter immédiatement remède, afin d'empêcher le mal de s'aggraver par le

retard, faisait remarquer que « *faire un point à temps était l'axiome des bonnes ménagères.* » Cette heureuse comparaison résume, en effet, d'une manière saisissante toute la théorie de l'entretien des routes. Elle a passé dans le langage usuel, et l'on appelle *principe du point à temps* celui que l'on a appliqué depuis lors. »

M. Durand-Claye fait connaître l'organisation du personnel (ingénieurs, conducteurs, employés secondaires, cantonniers) chargé en France du service de l'entretien.

Puis il aborde l'entretien des chaussées empierrées. Il commence par exposer quelques principes généraux relativement au mode de dégradation des chaussées et à la façon dont l'entretien doit y remédier, en insistant sur la distinction qu'il y a lieu de faire entre « l'entretien proprement dit, composé de mains-d'œuvre qui ont seulement pour but de maintenir la chaussée en bon état, et l'emploi des matériaux, qui a pour objet de conserver l'épaisseur de la chaussée, en lui restituant l'équivalent de l'usure. »

Il décrit ensuite les diverses opérations — opérations journalières — que comporte l'entretien proprement dit : époudrement et ébouage au balai et au rabot ; époudrement et ébouage mécaniques pratiqués à Paris au moyen de la balayeuse Tailfert à traction de cheval ; évacuation des eaux ; effacement des frayés, très important pour éviter les ornières ; suppression des flaches ; ramassage des feuilles mortes qui, en entretenant l'humidité sur les chaussées, favorisent la production de la boue ; déblaiement des neiges ; sablage, par les temps de verglas; arrosage, dans la saison sèche, pour empêcher les pierres, enchâssées dans une matière d'agrégation friable, de se désagréger, et pour maintenir quelque fraîcheur sur la route ; pilonnage et soins divers.

L'usure de la route, à laquelle ne sont pas étrangers les coups de balai et de rabot qu'exige un bon entretien, nécessite les emplois dont il a été parlé plus haut. Ici deux méthodes sont en présence : l'ancienne, dite des emplois partiels, qui consiste dans l'application du principe du point à temps aux emplois aussi bien qu'à l'entretien proprement dit ; la moderne, dite des rechargements généraux cylindrés, d'après laquelle on laisse la chaussée atteindre un certain degré d'usure pour reconstruire de toutes pièces une chaussée neuve sur les restes de la première. M. Durand-Claye, après avoir exposé ces deux méthodes avec beaucoup de détails, les soumet à une comparaison minutieuse et conclut en faveur des rechargements généraux. Il indique comment on fixe l'aménagement de ces rechargements, et insiste sur les précau-

tions à prendre pour le passage du système des emplois partiels à celui des rechargements généraux.

L'auteur, pour en finir avec les chaussées empierrées, expose la manière dont on procède à l'approvisionnement des matériaux, sans omettre les obligations auxquelles sont soumis les entrepreneurs, et le système de la régie.

M. Durand-Claye passe ensuite aux chaussées pavées. Après avoir indiqué les principales causes de dégradation des pavages, il décrit les moyens employés pour y remédier : le *soufflage*, qui consiste à remettre de niveau un pavé isolé ayant subi un enfoncement par rapport aux pavés avoisinants; le *repiquage*, qui a pour objet de faire disparaître les flaches; le *relevé à bout*, qui n'est rien moins que la réfection de la chaussée tout entière sur une certaine longueur. L'auteur indique aussi les règles à suivre pour la fourniture des matériaux et l'organisation des ateliers.

Les parties accessoires des routes exigent aussi des soins particuliers. M. Durand-Claye passe successivement en revue les opérations spéciales qu'exige l'entretien des accotements, fossés, talus et banquettes, ouvrages d'art, plantations.

Une grosse question qui se pose à propos de l'entretien des routes, c'est celle de l'évaluation et de la répartition des dépenses, à laquelle les ingénieurs doivent apporter toute leur application.

L'évaluation des dépenses est indispensable à la fixation, faite par les chambres, des prévisions budgétaires. Ce sont les conseils généraux qui fixent, sur la proposition des ingénieurs, la répartition des crédits alloués entre les diverses routes des départements de façon à assurer à chacune d'elles des moyens d'existence.

Pour mener à bien cette étude délicate, les ingénieurs ont besoin de connaître certains éléments, concernant la nature de la route, et les services qu'on en tire.

La richesse de la chaussée, représentée par la masse des matériaux dont elle est formée, se détermine au moyen de sondages, avec passage à la claie et mesurage de la pierre encore saine.

L'usure annuelle peut être constatée au moyen de sondages ou de relevés de profil, en vue desquels M. Mary a imaginé un instrument spécial.

La consommation des matériaux est proportionnelle à la fréquentation de la route. Il n'est pas bien aisé d'évaluer rigoureusement cette fréquentation. M. Durand-Claye définit les unités qui ont été adoptées pour cet objet.

Indépendamment de la fréquentation, la qualité des matériaux et le mode d'emploi influent sur la consommation. La qualité des matériaux est extrêmement difficile à apprécier. L'auteur décrit les expériences auxquelles on se livre à cet effet ; puis il indique les procédés mis en œuvre pour opérer le recensement de la circulation ; cette détermination est fort aléatoire et ne fournit que des données statistiques assez incertaines. MM. les ingénieurs en chef Laterrade d'une part (comptage ambulant), Vallès de l'autre, ont essayé, par des méthodes spéciales, de remédier à la défectuosité de ce recensement ; mais leurs efforts sont restés à peu près superflus.

M. Durand-Claye établit ensuite la formule générale de la dépense de l'entretien, la discute avec soin, et, après avoir défini le budget minimum et le budget normal d'une route, applique cette formule à la répartition des crédits. La formule se modifie un peu dans le cas des rechargements généraux.

CHEMINS VICINAUX.

Un chemin vicinal, à part les dimensions, ne diffère point d'une route au point de vue technique. Les règles à suivre pour l'étude et la rédaction des projets, l'exécution des travaux et l'entretien sont les mêmes dans un cas que dans l'autre. Il n'y avait pas lieu d'y revenir.

Le but que s'est proposé M. l'inspecteur général Léopold Marx, à qui sa qualité de membre du comité consultatif de la vicinalité crée une compétence toute spéciale sur la matière, est de faire connaître l'organisation administrative, la législation des chemins vicinaux en France.

Si l'on songe que la France possède non loin de 600 000 kilomètres de chemins de cette espèce, on conçoit immédiatement tout l'intérêt qui s'attache à un pareil sujet.

M. Marx commence par rappeler, dans un rapide exposé historique, les origines de la vicinalité, dont l'existence légale ne date, à proprement parler, que de la loi du 28 juillet 1824 qui a créé, en faveur des chemins vicinaux, des ressources spéciales.

La loi du 21 mai 1836, qui est venue compléter celle de 1824, sert encore aujourd'hui de charte à la vicinalité.

L'auteur expose ensuite la classification des chemins vicinaux en trois classes : chemins vicinaux ordinaires, chemins d'intérêt commun, chemins de grande communication ; ainsi que les dispositions

législatives qui ont trait à la propriété, au classement et au déclassement des chemins vicinaux, à l'acquisition et à l'occupation des terrains. La propriété des chemins vicinaux appartient aux communes ; leur classement est prononcé par le conseil général ou la commission départementale sur une délibération du conseil municipal ou sur une demande des intéressés ; de même pour le déclassement.

M. Marx énumère ensuite les ressources applicables aux chemins vicinaux. Après un coup d'œil jeté sur la législation antérieure à la loi du 28 juillet 1824, l'auteur indique les ressources spéciales qui ont été créées par la loi du 28 juillet 1824 et les lois postérieures (21 mai 1836, 24 juillet 1867, 11 et 31 juillet 1868). Ces ressources peuvent se résumer comme suit :

1° *Ressources créées par les communes.*

Ressources ordinaires : Revenus ordinaires ; trois journées de prestation ; cinq centimes spéciaux.

Ressources extraordinaires : trois centimes spéciaux ou quatrième journée de prestation ; impositions extraordinaires autorisées par une décision spéciale ; allocations sur les fonds libres ; produit des coupes de bois, vente de terrains, etc... ; emprunts autorisés.

2° *Ressources éventuelles.*

Souscriptions particulières ; subventions industrielles.

Subventions départementales : sur centimes spéciaux ; sur centimes facultatifs ; sur impositions extraordinaires ou emprunts autorisés.

Subventions de l'État : fonds créés par des lois spéciales.

M. Marx donne tous les renseignements nécessaires sur la constitution et sur le rendement de ces ressources diverses.

Du relevé statistique fait pendant la période 1876-1880 résulte la moyenne annuelle des ressources de la vicinalité :

Fonds communaux.	Fr.	100 936 567,63
Ressources éventuelles	»	3 887 518,50
Fonds départementaux	»	62 724 200,33
Fonds du trésor	»	7 409 697,06
Total :	Fr.	174 957 983,52

La moyenne annuelle pour la période 1836-1840 ne s'élevait qu'à 48 609 792 francs. Le budget moyen de vicinalité a donc plus que triplé en quarante ans.

L'auteur indique ensuite comment le conseil général procède à la

répartition des ressources et traite la question des reliquats. Puis il expose les dispositions relatives à l'emploi des ressources.

En ce qui concerne le personnel, les départements, s'exprimant par leurs conseils généraux, ont le droit de confier le service des chemins vicinaux aux ingénieurs des ponts et chaussées ou à des agents spéciaux.

Dans 27 départements le service vicinal appartient aux ingénieurs, dans 57 aux agents voyers ; dans 3 départements l'ingénieur en chef remplit les fonctions d'agent voyer en chef, ayant sous ses ordres des agents voyers.

Cette indépendance mutuelle des départements au point de vue de la vicinalité a pour corollaire de grands écarts dans la préparation des projets. On a reconnu que, dans bien des cas, c'était là une source d'inconvénients. Aussi, en vertu d'une circulaire ministérielle du 9 août 1879, le comité consultatif de la vicinalité doit-il donner son avis sur les projets de travaux d'art s'élevant à plus de 10 000 francs.

L'approbation des projets appartient aux conseils généraux.

M. Marx fait connaître les dispositions administratives spéciales aux chemins vicinaux en ce qui touche l'exécution des travaux et la comptabilité, puis il aborde les règles de police qui ont pour but d'assurer la conservation des chemins, la facilité et la sécurité de la circulation.

L'auteur a eu en outre l'heureuse idée de résumer, en quelques pages, les grands traits de l'organisation de la vicinalité dans les principaux États de l'Europe. C'est ainsi qu'il passe successivement en revue l'Autriche, la Belgique, la Grande-Bretagne, l'Italie, les Pays-Bas, l'Allemagne, la Suisse. Cette étude comparative des différents systèmes en vigueur présente un grand intérêt.

Le travail de M. Marx se termine par un exposé condensé des desiderata que devra combler l'avenir pour l'organisation des chemins vicinaux en France.

On voit qu'à bien des points de vue, technique, économique, administratif,... le livre que nous venons d'analyser mérite l'attention des ingénieurs. C'est sans doute le traité le plus développé et le plus complet qui ait été écrit sur la matière, et l'on peut dire que sa place est marquée d'avance dans tous les bureaux techniques et dans toutes les bibliothèques spéciales.

MAURICE D'OCAGNE,
Ingénieur des ponts et chaussées.

IV

Traité d'Analyse, par H. Laurent, examinateur d'admission à l'École polytechnique ; tome Ier, Calcul différentiel ; 1 vol. in-8° de XII-392 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1885.

M. Gauthier-Villars nous offre aujourd'hui un nouveau traité d'Analyse. Celui-ci, dû à la plume de M. H. Laurent, sera en six volumes. Le tome I, qui vient de paraître, a trait au calcul différentiel ; il ne sera pas le seul. La préface nous annonce, en effet, que le tome II tout entier sera consacré aux applications géométriques du calcul différentiel. Les quatre autres volumes rentreront dans le domaine du calcul intégral.

M. Laurent est un disciple avoué et dévoué de Cauchy. Il le crie bien haut « pour faire comprendre, dit-il, dans quel esprit est écrit ce Traité d'Analyse ». Il faut savoir gré à M. Laurent de cette profession de foi, faite avec élan. L'influence de Cauchy s'est exercée sur les travaux de la plupart des géomètres contemporains, même de certains d'entre eux promoteurs d'une école que l'on met assez volontiers en opposition avec la sienne ; et pourtant on n'a pas toujours rendu au grand géomètre la justice à laquelle il avait droit.

La plupart des traités d'Analyse se conforment aux exigences de tel ou tel enseignement ; ils sont soit la reproduction d'un cours, soit le développement du programme d'une école, ou d'un examen. Ici, ce n'est point le cas. M. Laurent a voulu mettre un recueil complet à la disposition des personnes qui veulent se préparer elles-mêmes à l'étude des théories élevées des mathématiques. Il s'est donc efforcé de se tenir au niveau actuel de la science, sans négliger pourtant de donner une idée de l'historique de chaque sujet. Il s'est attaché aussi à mettre dans ses démonstrations plus de rigueur qu'il n'y en a d'ordinaire dans les ouvrages didactiques. A ce point de vue, arrivera-t-il à contenter tout le monde ? Nous n'oserions le dire. On est devenu, non sans cause, il est vrai, furieusement difficile et pointilleux sur le chapitre de la rigueur. Telle démonstration qui eût parfaitement satisfait les géomètres du commencement de ce siècle, même les plus grands, se trouve aujourd'hui mal venue. L'esprit mathématique devient chaque jour plus exigeant. N'est-ce là qu'un simple luxe de raisonnement ? Non pas. On s'est aperçu, en plusieurs circonstances,

que, faute d'une rigueur méticuleuse, extrême, on s'exposait à de graves erreurs. En veut-on un exemple ? Il n'y a pas bien longtemps que, pour le développement des fonctions en séries, on se contentait de s'assurer que la série obtenue pour une fonction donnée était convergente ; la convergence dûment reconnue semblait une garantie absolue. On sait aujourd'hui que c'est une méprise. M. Halphen n'a-t-il pas démontré (1) que *la série d'Abel appliquée à une fraction rationnelle quelconque converge toujours et ne représente jamais cette fraction ?* Nous pourrions multiplier de tels exemples ; mais celui qui vient d'être donné nous semble assez frappant par lui-même. De pareils résultats ont quelque chose de décevant pour l'esprit et, suivant l'expression très juste de M. Halphen, nous rappellent impérieusement à la rigueur mathématique.

C'est surtout au seuil de la science que se dressent les plus grosses difficultés. Établir les principes avec une entière rigueur, c'est là qu'est la véritable pierre d'achoppement de l'édifice ; il n'est point aisé d'y réussir, et tout le monde n'est pas là-dessus du même avis. Assurément, la question est d'un intérêt capital ; je ne fais point difficulté de le reconnaître, mais au point de vue spéculatif plutôt qu'au point de vue de l'enseignement. J'en demande pardon à beaucoup d'honorables et distingués professeurs que ma déclaration doit surprendre. Mais il me semble que l'esprit du commençant n'est pas fait pour bien saisir la portée des trop grandes délicatesses de raisonnement (2); il s'y rebuterait plus tôt ; ce n'est que plus tard, alors que, préparé par une gymnastique vigoureuse, il a acquis une nouvelle puissance, qu'il peut, revenant sur ses pas, reprendre avec une rigueur plus serrée les sujets auxquels il s'est précédemment attaché. Il ne faut donc pas, croyons-nous, pousser trop loin, dans un ouvrage didactique, la tendance ultra-rigoriste qui s'est accusée dans l'école moderne où elle se trouve d'ailleurs, nous l'avons dit, parfaitement justifiée.

M. Laurent, en dépit des plus louables efforts, encourra sans doute, de la part de certains géomètres, le reproche de n'avoir point encore assez sacrifié à cette tendance, principalement en ce qui concerne les principes. On ne saurait pourtant méconnaître dans ses démonstra-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XCIII, p. 1003, et *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. X, p. 67.

(2) Je pourrais, à l'appui de cette thèse, citer le témoignage d'un très illustre géomètre russe qui défendait un jour la même idée devant moi.

tions un plus grand souci de la rigueur que dans la plupart des anciens ouvrages.

Dans une introduction (ch. I), peut-être un peu courte, M. Laurent insiste sur quelques définitions parfois mal données dans les traités élémentaires, telles que celle de la continuité des fonctions.

Le chapitre II contient la théorie des séries. L'auteur débute par une étude assez détaillée de la convergence. Il donne peu de règles de convergence, mais il reviendra sur ce sujet à propos du calcul infinitésimal (1), sur l'emploi duquel sont fondées des règles très sensibles. Il démontre le fameux théorème de Cauchy, objet d'une controverse celèbre, qui n'a reposé, à notre humble avis, que sur un simple malentendu.

M. Laurent donne ensuite la définition des séries *uniformément* convergentes. C'est la seconde fois seulement, croyons-nous, que cette notion trouve sa place dans un traité didactique ; elle l'a trouvée pour la première fois dans l'ouvrage de M. Jordan. Grâce à cette notion, l'auteur établit assez aisément un théorème célèbre dû à Abel. Il dit quelques mots des séries récurrentes, démontre le beau théorème d'Eisenstein sur le développement en séries des racines d'une équation algébrique, et développe diverses considérations au sujet des transcendantes élémentaires.

Peut-être est-il permis de regretter l'absence en cet endroit de diverses formules célèbres de développement en séries, et de la belle théorie que M. Halphen a développée au sujet de la série d'Abel, théorie à laquelle nous faisions allusion tout à l'heure.

Le chapitre III contient la théorie des dérivées. Le trait caractéristique de ce chapitre est le suivant : l'auteur, dans la recherche des dérivées, ne suppose jamais *à priori* que ces dérivées *existent*.

Les amis de la rigueur ne pourront manquer de lui en savoir gré. Pour ce motif, il rejette plus loin la dérivée des fonctions implicites, dont on ne peut démontrer l'existence sans avoir recours à d'autres notions.

M. Laurent énonce et démontre le théorème de Rolle sous la forme précise que lui a donnée M. O. Bonnet. Ce théorème important est pris par l'auteur comme base du calcul différentiel.

La formule de Taylor est établie au moyen de la démonstration de M. Hommersham-Cox, simplifiée par M. Rouché. Cette formule célèbre

(1) Plusieurs de ces règles figurent comme exercices à la fin du chapitre XIII.

précède, et avec raison, la règle des fonctions composées dont elle met en évidence les cas d'exception.

Le chapitre se termine par le calcul de quelques dérivées d'ordre quelconque et diverses applications de la formule de Taylor.

Dans le chapitre IV se trouve exposée la théorie des différences. Nous y remarquerons une démonstration, plus rigoureuse que celle qui est ordinairement donnée, de ce théorème que la limite du rapport de la n^e différence d'une fonction à la puissance n^e de la différence de la variable est égale à la n^e dérivée de la fonction, lorsque la différence de la variable tend vers zéro.

L'auteur, en démontrant les formules d'interpolation de Lagrange et de Newton y a ajouté un reste, ce qui permet de se rendre compte de l'erreur commise dans l'application de ces formules. Il a également donné l'expression des dérivées en fonction des différences, en y faisant figurer un reste.

On trouve, dans ce chapitre, l'application du calcul des différences à la construction des tables numériques et à la résolution des équations.

Le chapitre V est relatif aux différentielles des fonctions d'une seule variable. Après quelques généralités sur les divers ordres d'infiniment petits, l'auteur définit la différentielle d'une fonction comme étant rigoureusement le produit de la dérivée de cette fonction par l'accroissement arbitraire de la variable, et il établit directement que, si l'on a trouvé une relation entre des infiniment petits qui sont des différentielles, en négligeant des termes d'ordre supérieur, les termes conservés étant de même ordre, cette relation a lieu *rigoureusement*.

Le chapitre VI, consacré aux dérivées, différences, et différentielles des fonctions de plusieurs variables, débute par quelques notions sur le calcul des expressions symboliques, ce qui permet à l'auteur d'éviter des redites dans la suite de l'ouvrage. Ayant défini les diverses dérivées d'une fonction de plusieurs variables, et fait quelques remarques à leur sujet, M. Laurent généralise la formule de Taylor, puis il aborde les différentielles totales et partielles.

Le chapitre VII est relatif à la théorie des déterminants fonctionnels et à la dérivation des fonctions implicites. L'auteur, après avoir exposé les propriétés fondamentales des déterminants fonctionnels, fait une courte digression sur les déterminants gauches, et donne le beau théorème de M. Bertrand sur le déterminant d'un système de fonctions. Il établit les conditions pour qu'il existe un nombre donné de relations entre plusieurs fonctions, et fait connaître la forme remarquable donnée par Jacobi au déterminant de plusieurs fonctions.

Le reste du chapitre est consacré aux fonctions implicites. L'auteur, avant de rechercher la dérivée d'une fonction implicite, démontre l'*existence* de cette dérivée.

Le chapitre se termine par la fameuse formule de Lagrange.

Les matières qui sont exposées dans ce chapitre n'ont encore été présentées de cette façon dans aucun ouvrage didactique.

Le chapitre VIII contient l'extension des doctrines précédentes aux fonctions de variables imaginaires ; on y trouvera, en particulier, la formule de Taylor, démontrée pour les fonctions monogènes, avec une forme spéciale du reste.

Avec le chapitre IX s'ouvre la série des applications analytiques. Ce chapitre est réservé à la théorie du changement de variables, qui est développée par M. Laurent d'une façon suffisamment complète.

Le chapitre X nous fait pénétrer, avec la théorie des substitutions linéaires, dans le domaine de l'algèbre. On sait toute l'importance que cette théorie a conquise dans ces derniers temps. C'est une des parties des mathématiques qui sont le plus à l'ordre du jour. M. Laurent nous en donne un excellent abrégé. Nous y signalerons la discussion de l'équation en S qui sert à réduire une forme quadratique à une somme de carrés. M. Laurent fait connaître, et cela n'avait pas, je crois, encore été fait par d'autres que par lui, la condition pour que cette équation ait une racine d'ordre de multiplicité donné. Dans l'étude des formes, présentée par l'auteur, on remarquera l'expression générale d'un covariant ou d'un contrevariant. Le chapitre se termine par une application des principes précédents aux formes binaires.

Le chapitre XI appartient encore à l'algèbre. Il renferme une théorie de l'élimination et des fonctions symétriques. M. Laurent a introduit dans la science une notion nouvelle, celle des polynômes réduits, sur laquelle il a fondé diverses méthodes d'élimination entre plusieurs équations, et qui a l'avantage, très appréciable, d'éviter dans tous les cas l'introduction des solutions étrangères. L'auteur expose une de ses méthodes d'élimination, et prouve que le résultant est toujours le discriminant d'une forme quadratique. Une autre de ses méthodes figure à la fin du chapitre comme exercice ; elle est nouvelle, même pour le cas de deux équations.

M. Laurent donne une formule célèbre de Jacobi sur les fonctions symétriques, et sa généralisation par M. Enrico Betti, et il étudie les propriétés de la résultante considérée comme fonction des coefficients des équations entre lesquelles on fait l'élimination. A propos de la réso-

lution d'un système d'équations algébriques, il explique l'introduction des solutions étrangères.

Le chapitre XII, réservé à la théorie des maxima et minima, contient diverses applications, qui ne manquent pas d'intérêt.

Le chapitre XIII et dernier a pour but de faire connaître quelques procédés en usage pour trouver les limites d'expressions qui se présentent sous des formes indéterminées. L'auteur insiste, avec juste raison, sur les précautions qu'il y a à prendre dans l'application de la règle de L'Hôpital. Le mieux, pour éviter toute espèce de mécompte, est de refaire la démonstration sur chaque cas particulier.

Le rapide exposé qu'on vient de lire ne peut donner qu'une idée assez imparfaite de l'ouvrage de M. Laurent; mais il montrera, j'espère, que ce livre se recommande par des qualités d'originalité qui lui donnent une saveur toute particulière.

Bien que son cadre dépasse notablement le programme de la licence, ce traité pourra être étudié avec fruit par les candidats à cet examen. Des astérisques signalent dans la table des matières les sujets qui ne sont pas exigés de ces candidats.

MAURICE D'OCAGNE.

V

LEHRBUCH DER TECHNISCHEN GASANALYSE, kurzgefasste Anleitung zur Handhabung gasanalytischer Methoden von bewährter Brauchbarkeit; auf Grund eigener Erfahrung bearbeitet von Dr CLEMENS WINKLER, Freiberg, 1885.

QUANTITATIVE CHEMISCHE ANALYSE DURCH ELECTROLYSE, nach eigenen Methoden von Dr ALEXANDER CLASSEN; zweite gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage; Berlin, 1886.

M. C. Winkler, professeur à l'école des mines de Freiberg, a publié dans le cours de l'année dernière un Traité de l'analyse technique des gaz, le premier ouvrage traitant de l'essai au point de vue pratique des gaz industriels. On reconnaît aujourd'hui toute l'utilité de ce genre de recherches. Déjà la plupart des grands établissements industriels sont pourvus d'appareils pour l'analyse des gaz; et l'on exige des chimistes qui sollicitent des emplois dans ces établissements la connaissance de cette nouvelle branche de la chimie analytique.

Le livre de M. Winkler est avant tout un guide pratique. On sup-

pose connus les principes sur lesquels sont basées les méthodes d'analyse ; et, parmi celles-ci. il est fait choix de celles qui sont particulièrement faciles et rapides, tout en donnant des résultats, sinon absolument rigoureux, au moins suffisamment exacts pour les besoins de l'industrie. C'est ainsi que l'auteur passe entièrement sous silence les anciennes méthodes de combustion par détonation dans l'eudiomètre sous l'action de l'étincelle électrique, et celles où la combustion s'effectue au contact d'un fil de platine porté au rouge par le passage d'un courant électrique (appareils Coquillon). Au lieu d'employer les réactifs absorbants à l'état solide sous forme de boules (Bunsen), il se sert de réactifs liquides, dont l'action est plus rapide. Comme liquide pour confiner les gaz dans les burettes, il emploie presque toujours l'eau, rarement le mercure. Il évite également l'emploi du mercure dans la pipette à gaz (de Ettling et Doyère).

La première partie de l'ouvrage traite de la prise d'essai, du transport et de la conservation des échantillons de gaz.

La seconde partie a pour objet le mesurage des gaz au cours des des diverses opérations d'analyse.

Dans la troisième partie, on trouve décrits les appareils et méthodes d'analyse. On distingue les méthodes par absorption et celles par combustion. Les premières comprennent : 1° le dosage direct par la méthode gaz-volumétrique (simple mesurage par différence du volume absorbé) : dosage de l'acide carbonique, de l'oxygène, de l'oxyde de carbone, de l'ammoniaque, de l'acide azoteux, de l'oxyde azotique, de l'oxyde azoteux, du chlore, de l'acide chlorhydrique, de l'hydrogène sulfuré, de l'acide sulfureux, de l'éthylène, du propylène, du butylène, de la benzine et de l'acétylène ; 2° le dosage par titrage ou par la méthode volumétrique ordinaire (absorption à l'aide de liqueurs titrées) : acide carbonique, ammoniaque, acide azoteux, chlore, acide chlorhydrique, acide sulfureux ; et 3° le dosage par les pesées ou par la méthode gravimétrique (absorption par des réactifs précipitants) : hydrogène sulfuré et acétylène. Les méthodes par combustion sont au nombre de deux : 1° la combustion par l'air (ou par l'hydrogène) au contact du palladium-asbeste : dosage de l'oxyde de carbone, de l'éthylène, du propylène, du butylène, de la benzine, de l'acétylène, de l'éthane, de l'hydrogène sulfuré, du sulfure de carbone, — et de l'oxygène — ; et 2° la combustion par l'air et l'oxyde de cuivre : dosage du méthane. La combustion est suivie de l'absorption des produits brûlés. L'azote, qui n'est ni absorbable ni combustible, est déterminé par différence.

Dans un appendice sont consignées diverses tables relatives aux poids spécifiques des gaz, aux diminutions de volume résultant de la combustion, à la composition des liqueurs absorbantes titrées, à la réduction des volumes gazeux à l'état normal, etc.

M. G. Lunge, professeur à l'école polytechnique de Zurich, a traduit en anglais l'ouvrage de M. Winkler, en y ajoutant la description de quelques appareils et procédés qui lui sont propres.

Le second livre renseigné en tête de cet article a également trait à une nouvelle branche de la chimie analytique, et il est dû à la plume d'un spécialiste des plus distingués : nous avons nommé l'Analyse électrolytique quantitative de M. Classen.

Il y a une vingtaine d'années, Luckow décrivit une méthode électrolytique de dosage du cuivre, méthode qui, après avoir été essayée aux usines du Mansfeld, ne tarda pas à être suivie partout dans l'industrie de ce métal. Après Luckow, plusieurs chimistes, tels que Riche, Herpin, Clarke, Beilstein et Jawein, etc., préconisèrent, mais avec moins de succès, divers procédés isolés pour le dosage d'autres métaux. En 1881, M. C. Blas, le savant professeur de chimie analytique de l'université de Louvain, publia le premier travail d'ensemble que l'on possède sur cette matière (1), travail dans lequel on trouvait également un premier essai de la méthode générale d'analyse électrolytique. Peu de temps après, M. A. Classen, professeur à l'école polytechnique d'Aix-la-Chapelle, fit connaître une série de procédés nouveaux (2), qui élargirent considérablement le champ des applications de la méthode électrolytique ; et aujourd'hui il nous présente cette méthode comme à peu près complète et indépendante.

On sait que la méthode électrolytique d'analyse consiste à précipiter les métaux de leurs dissolutions salines sous l'action du courant électrique. M. Classen opère de préférence sur des solutions d'oxalate double alcalino-métallique : il a en effet reconnu que, de tous les sels, ce sont ces oxalates doubles qui se prêtent le mieux à la formation de dépôts électrolytiques des métaux et à la séparation de ceux-ci les uns d'avec les autres. Les avantages de l'analyse électrolytique résident principalement dans sa grande simplicité et le peu de surveillance qu'elle exige de la part du chimiste : celui-ci peut désormais effectuer facilement, rapidement et à la fois, un grand nombre de dosages de

(1) *Application de l'électrolyse à l'analyse chimique*, etc., par C. Blas ; Louvain et Paris, 1881.

(2) *Quantitative Analyse auf electrolytischem Wege*, von Dr A. Classen ; Aachen, 1882.

nature différente. Aussi applique-t-on de plus en plus, dans les laboratoires scientifiques et industriels, les procédés électrolytiques et notamment ceux de M. Classen.

Le livre dont nous annonçons l'apparition comprend :

Une introduction dans laquelle sont exposés brièvement les principes essentiels de l'électrolyse, et où sont décrits les appareils, ustensiles et opérations d'analyse électrolytique ;

Une partie générale, où l'on s'occupe successivement de la détermination du poids des métaux et de la séparation de ces derniers les uns des autres ;

Une partie spéciale, traitant de l'analyse des principaux minéraux et produits métallurgiques ;

Un appendice, contenant des tables pour le calcul des analyses, des indications sur la préparation des réactifs, et des documents analytiques.

Tout en rendant hommage à l'importance des données originales consignées dans l'ouvrage de M. Classen, nous nous permettrons d'y signaler quelques imperfections de forme. Le chapitre relatif aux machines électriques manque de clarté : on y trouve des redites, notamment à propos de la résistance à tamis de laiton annexée à la machine dynamo-électrique ; et les tableaux indiquant les résultats d'expériences relatives au fonctionnement de cette résistance auraient pu être relégués à l'appendice. L'ordonnance générale de l'ouvrage semble confuse ; les titres des chapitres, pour lesquels le choix des caractères n'a pas toujours été heureux, ne font pas ressortir assez nettement la division du livre. Ce sont là de petits défauts qui disparaîtront sans doute dans une prochaine édition. Au reste, la dernière partie des reproches que nous venons de formuler peut s'adresser dans une certaine mesure à la plupart des ouvrages allemands : il est bien rare d'y rencontrer cette netteté de plan et cette variété de caractères dans les titres, si utile à la clarté de l'exposition, qui caractérisent la généralité des livres anglais ou français.

Un point sur lequel nous devons en toute justice décerner des éloges aux éditeurs des deux ouvrages dont nous venons de faire l'analyse, c'est la façon soignée, je dirais volontiers luxueuse (principalement pour ce qui concerne le livre de Winkler), dont sont exécutées les figures intercalées dans le texte.

J. B. André.

VI

Catalogue de la section des colonies néerlandaises à l'exposition internationale coloniale et d'exportation générale, tenue du 1er mai au 31 octobre 1883, à Amsterdam. Leyde, E. J. Brill. Trois volumes grand in-8° de XVI-156 pages et 1 carte, 368 pages et 276-10 pages et 4 cartes (1).

Sous le rapport scientifique, l'Exposition internationale des Colonies à Amsterdam en 1883 a été certainement l'une des plus intéressantes que nous ayons eues jusqu'ici. L'ethnographie, la zoologie, la botanique, la minéralogie, la géographie, l'anthropologie, la médecine même y ont été représentées d'une manière extrêmement remarquable. De plus, on a rarement publié un catalogue raisonné comme celui des Colonies néerlandaises. Ce travail, digne d'être placé dans toutes les bibliothèques, est dû à la coopération de tous les savants de la Hollande et contient une foule de renseignements d'une valeur permanente. C'est pourquoi nous avons cru devoir en faire quelques extraits pour les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques*.

Groupe I. *Introduction*. Après une courte introduction, M. le professeur P. J. Veth donne un résumé de la statistique générale des Indes néerlandaises pour les années 1872 à 1881. Le territoire a une superficie de 302 151 milles géographiques carrés (1 663 770 kilomètres carrés, 60 fois environ l'étendue de la mère patrie, ou le cinquième de l'Europe). La population (Européens, Indigènes, Chinois, Arabes et autres orientaux étrangers) est de 26 316 132 âmes. Il y a 527 kilomètres de chemins de fer en exploitation. La longueur des lignes télégraphiques est de 5 881 037 mètres.

En 1880, l'exportation du café était de 39 955 705 kilogrammes pour le compte des particuliers, et de 45 598 616 kilogrammes pour

(1) A l'occasion de l'exposition d'Anvers, nous avons cru utile de signaler, quoique un peu tardivement l'intéressante publication scientifique éditée, sous le nom modeste de catalogue, par les savants néerlandais. L'ouvrage original, qui est dans un format un peu différent de celui de l'édition française a pour titre : « Catalogus der Afdeeling Nederlandsche Koloniën van de internationale koloniale en uitvoer-handel Tentoonstelling (van 1 Mei tot ult° October 1883) te Amsterdam. Leiden, E. J. Brill ». Trois volumes petit in-8°, de IV-156 pages et 2 cartes, de VIII-388-7 pages et de 275-11 pages et 3 cartes.

le compte du gouvernement : de l'indigo 373 273 kilogrammes ; du sucre, 222 242 491 kilogrammes ; du tabac 10 541 368 kilogrammes ; du thé 2 519 267 kilogrammes ; de l'étain 4 616 740 kilogrammes par les particuliers et 5 446 042 kilogrammes par le gouvernement.

Pour l'instruction moyenne il y a 3 écoles avec 369 élèves, pour l'instruction primaire 115 écoles avec 8394 élèves, et 9 écoles normales avec 556 élèves.

Dans l'introduction, M. le professeur Veth donne une histoire rapide des conquêtes hollandaises au cap de Bonne-Espérance et dans la Nouvelle-Néerlande (New-York et le pays avoisinant). Faute d'une administration sage et prudente, ces colonies, où les enfants de la mère patrie pouvaient s'acclimater, ont été perdues pour les Pays-Bas. Néanmoins, en un certain sens, la Hollande est encore la seconde puissance coloniale du monde, puisque, en dehors de l'Europe, ses possessions ne sont surpassées en étendue et en importance que par celles de la Grande-Bretagne. M. Veth expose ensuite comment l'autorité néerlandaise a été établie dans l'archipel Indien, à la Guyane et dans les îles des Indes occidentales.

Classe 1. *Géographie*. Le rapport relatif à cette classe, rédigé par M. C. M. Kan et P. J. Veth, est divisé en deux parties : La littérature géographique et les cartes géographiques. Il est impossible d'énumérer tous les ouvrages géographiques qui se trouvaient à l'Exposition: citons seulement les principaux : *Le grand Dictionnaire géographique* des Pays-Bas de van der Aa, qui s'étend à toutes les colonies néerlandaises, et *Les Possessions néerlandaises en Asie, en Amérique et en Afrique*, du célèbre homme d'État, J. van den Bosch.

Au commencement du XVIIIe siècle, François Valentyn publia dans les dix in-folios de ses *Indes orientales anciennes et modernes*, une encyclopédie embrassant presque tout ce que l'on savait de son temps sur les pays colonisés par la Compagnie des Indes orientales ou visités par ses vaisseaux. Par suite de la fondation de l'Association de Batavia, en 1778, l'on a fait un grand nombre d'études de détail ; la littérature coloniale géographique a pris une forme toute nouvelle, et il a paru une foule de travaux spéciaux. Parmi ceux-ci, les publications de l'Association de Batavia, qui se composent de quarante-trois volumes contenant une multitude d'études, occupent la première place. Citons aussi la collection des quarante-cinq années du *Gids*, qui renferme de nombreux articles de voyage redigés par les premiers savants du pays.

Du temps de la Compagnie des Indes orientales, on a fait avec soin

beaucoup de relevés des côtes, mais ces travaux ne furent pas publiés ; on considérait les cartes comme des documents d'État que l'on s'efforçait de tenir secrets. On en avait même oublié l'existence après la chute de la Compagnie. Melvill van Carabée les fit sortir de la poussière des archives, et en tira une grande partie des matériaux de sa carte de Java en cinq feuilles. Après les travaux de Melvill, le bureau hydrographique de Batavia a publié un grand nombre de bonnes cartes marines. Il existe néanmoins de graves défauts dans la manière dont s'exécutent les travaux hydrographiques. On en a parlé au Congrès géographique de Venise en 1882, et cela a eu pour résultat de faire examiner avec soin l'état de l'hydrographie des Indes. Les cartes terrestres de l'époque de la Compagnie étaient très défectueuses : c'est Java que l'on connaissait le mieux. Raffles le premier en a fait une carte passable, Melvill van Carabée a donné une série de cartes fort bonnes, et son Atlas a constitué un grand progrès. Depuis la publication de Melvill, la cartographie de Sumatra s'est enrichie de contributions importantes par les expéditions militaires d'Atchin. C'est du bureau topographique de La Haye, sous la direction de M. Eckstein, que sont sorties les magnifiques cartes des résidences de Java. Plus de trois cents cartes géographiques, hydrographiques et marines se trouvaient à l'Exposition.

Classe 2. *Météorologie et Magnétisme terrestre.* M. de Buys-Ballot a rédigé le rapport sur la Météorologie des colonies néerlandaises. Toutes ces colonies se trouvent entre les tropiques. Le soleil y exerce par conséquent la même influence pendant l'année presque tout entière. La plus grande différence dans la longueur des jours est à peine d'une heure et, à midi, la lumière tombe presque verticalement. A Batavia, le nombre des jours de pluie pendant la mousson humide est plus du triple de ce qu'il est pendant la mousson sèche. Les variations des courants atmosphériques pendant le jour sont considérables et régulières : on a le matin le vent de mer, de neuf heures à midi le vent tourne de 20° plus au nord pour revenir, le soir à huit heures, de 45° en arrière et se trouver plus au sud qu'à l'ouest. Les orages ont leurs heures fixes ; aux Indes occidentales, on se demande l'un à l'autre : Irons-nous demain nous promener ensemble avant ou après l'orage ? L'observatoire central de Batavia, dirigé par M. Bergsma, est admirablement établi, et est riche en instruments de tout genre. Les observations faites à l'observatoire magnétique, et publiées en cinq volumes, sont d'une exactitude consciencieuse.

Classe 3. *Peintures, dessins, gravures et photographies.* Les

colonies néerlandaises ne se distinguent guère dans le domaine des beaux-arts. Cette belle nature des tropiques est pitoyablement rendue par les artistes qui y résident, comme le dit M. Veth. Jusqu'ici les arts, pour concourir à nous faire connaître les colonies et les possessions néerlandaises, se sont presque bornés à la représentation des animaux et des plantes; leurs productions, sous ce dernier rapport, ont été nombreuses et belles, mais presque nulles pour le reste. Aucun de nos grands artistes n'a visité les Indes. Dans ces derniers temps, on a eu recours sur une grande échelle à la photographie pour nous familiariser avec les beautés naturelles que les Indes présentent. Il y avait environ sept cents vues photographiques à l'Exposition.

Classe 4. Minéralogie et Géologie. Si l'on fait abstraction des renseignements donnés par quelques écrivains antérieurs, comme Valentyn, Marsden, Raffles et Horsfield, on peut dire que la connaissance géologique de l'archipel date de l'année 1820. C'est alors que fut instituée la Commission d'histoire naturelle, dont les membres ont étendu peu à peu leurs explorations à de grandes parties de l'archipel. Il faut citer surtout les investigations de Franz Junghuhn, qui a visité en 1840 et 1841 les contrées de Batta à Sumatra, et qui a parcouru Java pendant plusieurs années ; c'est principalement dans la description des volcans qu'il est passé maître. Après les travaux de Junghuhn, s'ouvre la troisième phase de l'exploration géologique des colonies aux Indes ; elle commence à l'arrivée des premiers ingénieurs des mines dans ces contrées, en 1850.

Les recherches géologiques des ingénieurs des mines ont eu pour théâtre surtout Bangka, Bornéo et Sumatra, mais elles se sont étendues aussi à Java.

Aucun paléontologue n'ayant été attaché à la direction des mines, les fossiles mis au jour ont été expédiés en Europe pour y être déterminés.

Les différentes formations qui ont été constatées jusqu'ici dans les Indes orientales, sont les suivantes : 1. Schistes les plus anciens. 2. Roches granitiques. 3. Roches carbonifères. 4. Roches appartenant au groupe de la diabase. 5. Roches mésozoïques. 6. Roches éocènes, 7. Andésites les plus anciennes. 8. Roches oligocènes. 9. Roches miocènes. 10. Roches pliocènes. 11. Les anciens petits volcans. 12. Les grands volcans. 13. Les dépôts quaternaires. 14. Les dépôts récents.

Les gisements de minéraux utiles sont pour la plupart trop insignifiants pour être exploités : c'est le cas pour le cuivre de Timor et de Sumatra, le plomb et le mercure de Sumatra et Bornéo, le fer spéculaire de Sumatra (à l'exception du dépôt de Gounoung-Bessi), la

graphite de Sumatra et le soufre des volcans. Un petit nombre de gisements aurifères sont susceptibles d'exploitation à Bornéo. Les grandes richesses minérales sont l'étain de Bangka et de Blitong, ainsi que les grands terrains houillers de Sumatra et Bornéo. Le rapport, où l'on trouve beaucoup de détails sur les diverses formations énumérées plus haut, a été fait par M. R. D. M. Verbeek. Trente collections géologiques et minéralogiques se trouvaient dans cette classe à l'exposition.

Classe 5. *Règne végétal.* Le rapport sur le règne végétal dû à la plume de M. Suringar est écrit d'une manière poétique. La description de cette végétation luxuriante des tropiques est vraiment superbe : il compare le bambou arborescent à notre roseau si frêle, l'arbre de Jati *(Tectona grandis)* avec notre petite verveine, qui est de la même famille, et les fougères arborescentes avec celles de nos bois, qui sont si frêles et si tendres. Après avoir expliqué les influences du climat sur la végétation, M. Suringar cite les familles des plantes principales qui forment la flore des colonies néerlandaises : les Rhizophores à la cime en forme de coupole, avec des troncs courts portés sur des racines que la marée basse laisse à découvert ; les beaux palmiers Maripa, les Melastomes aux fleurs magnifiques, les Pisangs, les Cocotiers, les Cycadées, les Pandanées, le superbe *Carludonica palmata*, dont les feuilles servent à fabriquer les chapeaux de Panama, etc., etc.

Un arbre de très grande taille est le *Liquidambar Altingia* qui atteint 150 pieds de haut et produit la résine *rasamala* d'après Junghuhn. Le Camphrier de Sumatra le dépasse encore. Citons aussi les grands figuiers, *Ficus elastica* et *F. Benjamina*, les jolis Nepenthes, qui se distinguent par les élégants calices à longues tiges que portent ses feuilles, les Balanophores en forme de champignons et les Rafflesias avec des fleurs gigantesques ; celle du *Rafflesia Arnoldi* atteint un mètre de diamètre.

A l'Exposition se trouvaient, dans une vaste serre, quelques représentants de la flore des tropiques, avec des collections botaniques innombrables.

Classe 6. *Règne animal.* C'est M. Jentink qui essaie, dans cette partie du catalogue, de donner une idée de la faune des colonies tant orientales qu'occidentales. Il explique d'abord pourquoi la faune est plus riche dans les colonies orientales que dans les colonies occidendentales. Cela provient en grande partie de ce que l'archipel Indien est situé entre l'Asie et l'Australie : les animaux de la partie occidentale ont plus d'analogie avec ceux de l'Asie, et ceux de la partie orientale se

rapprochent d'avantage des formes australiennes. On peut dire des Indes occidentales qu'elles ne possèdent pas de formes animales qui leur soient propres, tandis qu'aux Indes orientales, on trouve plusieurs types qui ne se rencontrent que là. A Sumatra, il y a un grand nombre de singes qui se rapprochent de ceux de l'Indo-Chine. On les voit disparaître vers l'orient. A Célèbes, commencent les marsupiaux, qui n'existent pas à l'occident de cette île, mais qui se multiplient vers l'orient. Les grandes chauves-souris frugivores, qui n'existent pas dans l'Amérique du Sud, atteignent le plus grand développement dans l'archipel Indien. L'éléphant et le rhinocéros vivent à Sumatra et à Bornéo, le second à Java aussi ; on n'en trouve pas aux Indes occidentales. Le petit pécari et le pouingo sont les seuls porcs de Surinam, tandis que les Indes orientales en possèdent, à elles seules, plus d'espèces que tout le reste du monde. Les insectivores, si fortement représentés aux Indes orientales, n'ont aux Indes occidentales qu'une seule espèce, tandis que l'Amérique du Sud est remarquable pour la multiplicité de ses rongeurs. A Surinam, on trouve des édentés, les tatous, les paresseux, etc. ; aux Indes orientales, seulement des squamifères. Du genre *Canis* une seule espèce est aux Indes orientales ; en revanche, on y trouve plusieurs espèces félines. Surinam possède aussi un seul chien ; mais il y a aussi de nombreux felis : le puma, le jaguar, etc. Ce qui est vrai des mammifères est vrai aussi des autres classes, dit M. Jentinck. Il signale, à cette occasion, le musée d'histoire naturelle de Leyde, que la nation néerlandaise a le droit de montrer avec fierté aux étrangers, et il cite plusieurs publications des savants hollandais sur l'histoire naturelle. Plusieurs riches collections d'animaux empaillés ornaient l'exposition coloniale à Amsterdam.

Classe 7. Anthropologie. — Ce sont MM. Zaaijer et Dumontier qui ont fait le rapport sur l'Anthropologie. A l'Exposition, se trouvait une collection de crânes appartenant à l'Université de Leyde et recueillie pour la plus grande partie par le Dr Swaving. Ce trésor craniologique a été étudié avec soin par Swaving, Bluker et van der Hoeven, et critiqué par le professeur Veth dans son Java (vol. II p. 283). Les rapporteurs signalent l'intérêt spécial qui s'attache à la craniologie des races inférieures. Les anomalies des muscles, des vaisseaux, des nerfs, des entrailles, dans lesquelles anciennement on ne voyait que des curiosités anatomiques, ont acquis actuellement une grande importance scientifique. Il importe aussi de ne pas perdre de vue les déformations artificielles du crâne, en relation avec l'asymétrie très fréquente constatée par Swaving et van der Hoeven.

Considérées au point de vue anthropologique, les possessions des Indes occidentales se trouvent dans une situation assez curieuse. Il ne s'y trouve plus que de faibles vestiges de la population aborigène.

La plupart des Indiens appartiennent à la tribu des Arrowaks. On ne trouve que fort peu de Caraïbes ; enfin, il y a les Waraus, et les Indiens Tibitis ou Quarterons.

A l'Exposition, se trouvaient 38 indigènes des Indes néerlandaises, et 24 indigènes de Surinam. Citons quelques particularités relatives à ces derniers. Les Arrowaks sont doux et bienveillants, ils mènent une vie nomade; quand ils causent, celui qui porte la parole ne regarde pas son interlocuteur. La femme est abjectement soumise à son mari. Ils témoignent du respect aux vieillards. Lorsqu'il naît un enfant, le père reste couché dans son hamac, et la mère vaque à ses occupations comme si rien n'était arrivé. Ils comptent sur les doigts jusqu'à quatre ; pour dire cinq, ils montrent une main, pour six une main et un doigt, pour dix, les deux mains, pour onze, les deux mains et un orteil, pour vingt, les deux mains et les deux pieds ; des nœuds faits à une ficelle leur servent à fixer le nombre de jours qui doivent encore s'écouler avant un événement attendu. Dans les occasions solennelles, ils se peignent tout le corps en rouge et en noir.

Groupe II. *Classe* 8. *Statistique de la population.* — La population des Indes néerlandaises se compose des indigènes qui habitent l'archipel depuis des siècles : puis de Chinois, d'Arabes et d'autres orientaux étrangers, originaires du continent asiatique. Ces orientaux étrangers ne forment, avec les Européens, qu'une partie relativement faible du total de la population.

Longtemps encore après la répression du soulèvement de 1830, on a cru politiquement peu sage d'entreprendre le recensement de la population de Java. En 1861, le gouvernement des Indes put enfin déclarer qu'une mesure de ce genre ne présentait plus de danger, et on créa un bureau de statistique.

La population de Java et Madoura était, en 1880, de 19 540 813 âmes.

On désigne d'ordinaire sous le nom de Colonie Surinam la partie habitée de la Guyane néerlandaise. Elle abrite dans son haut pays quelques restes des aborigènes et un grand nombre de nègres marrons. La population s'y élevait, en 1881, à 43 455 habitants, dont 595 Européens.

Cette partie du rapport est due à MM. Bergsma et Jaeger.

Classe 9. *Vie domestique et sociale.* A cause du climat et de

l'influence de la race, dit M. Perelaer dans cette partie du rapport dont il est l'auteur, la vie domestique et sociale est, chez les indigènes des Indes néerlandaises, très différente de ce qui se voit chez les peuples occidentaux, et ces indigènes diffèrent aussi beaucoup entre eux. Le Javanais est enclin à la soumission, tandis que l'homme de Sumatra est déjà plus indépendant. Les Dayacks ne connaissent aucun pouvoir héréditaire ; ils élisent comme anciens ceux qu'ils considèrent comme les plus sages et les plus vaillants. L'esprit de subordination des habitants de Java y facilite la création de grandes Dessas ; ces agglomérations sont déjà moins fréquentes à Sumatra et n'existent plus à Bornéo, où chaque famille vit à part. Les peuples indigènes ont chacun une écriture qui leur est propre ; ainsi, les Malais et les Javanais, les Bataks et Rejangs de Sumatra, puis les Makassares et les Bouginais de Célèbes.

On ne voit pas de villes proprement dites dans les Indes. On pourrait considérer comme petites villes les kratons ou résidences des princes. Les Kampongs et les Dessas des Indes néerlandaises sont bâtis à la manière de certains petits villages suisses ; les habitations sont exclusivement construites avec des matériaux du règne végétal, bambous, troncs d'arbres, écorce, et recouvertes de bardeaux ou bien d'herbes desséchées (alang alang) ou feuilles de palmier (atap). A l'Exposition, on pouvait s'en faire une idée en examinant les constructions bâties dans le parc des colonies. Dans le bâtiment des colonies, on trouvait de magnifiques collections de modèles de bâtiments, de meubles et ustensiles, d'étoffes, de vêtements, de substances alimentaires et stimulantes, etc.

Classe 10. *Moyens d'existence*. A. *Chasse et pêche*. Le rapport relatif à ce sujet a été rédigé par M. van Musschenbroek. En Amérique, et plus encore dans l'archipel Indien, les possessions néerlandaises ont une faune très riche. La vie pullule sur la terre et dans les eaux, dans l'air et sous la surface du sol. Quoique la chasse se pratique dans tout l'archipel, elle n'est exercée cependant que par une partie restreinte de la population. D'abord les princes se sont réservé le monopole de certaines chasses, et les lois religieuses interdisent aux chasseurs l'usage de plusieurs espèces de gibier.

Parmi les carnassiers, on fait surtout la chasse à quelques-unes des plus grandes espèces, comme le tigre royal et la panthère. Il existe plusieurs manières de chasser ces animaux : d'abord la battue avec le fusil ou la pique ; parfois aussi on les attaque à cheval avec le kléwang ; on tend aussi des pièges et des trappes. Les poisons qu'on emploie

quelquefois sont le *Scarcolobus spanoghei*, le *Strychnos tiente* et le *Tinospora crispa*. Parmi les pachydermes, il y a les éléphants, les rhinocéros, les tapirs et les porcs. Pour les éléphants, on emploie le fusil ou la trappe : pour les rhinocéros, des couteaux tranchants que l'on place dans les sentiers pour leur ouvrir le ventre. Quant aux ruminants, on ne fait la chasse qu'au grand bœuf sauvage des îles de la Sonde *(Bos Sundaicus)*, aux antilopes et aux cerfs. Parmi les cétacés, c'est la vache marine que l'on poursuit le plus : les indigènes sont friands de sa chair. Presque partout, on fait la chasse à toute espèce de gibier à plumes, aux pigeons, aux canards, aux échassiers, qui sont nombreux, aux perroquets, aux cacataoès et aux oiseaux de paradis. On chasse beaucoup aussi le crocodile pour son huile, et les grands serpents pour leur chair et leur peau.

Les différentes espèces de poissons dans l'archipel se répartissent en 110 familles, 415 genres, et 2269 espèces. Le gourami *(Osphromenus olfax)* est servi surtout sur les tables aristocratiques de Java. Parmi les poissons d'eau douce que l'on pêche le plus, il faut citer les carpes, les barbeaux et les anguilles : parmi les poissons de mer, les perches, les maquereaux, les thons, les harengs, les requins, etc. Comme articles de commerce se rattachant à la chasse et à la pêche, il faut mentionner l'écaille de tortue, les cornes de bufles, les défenses d'éléphants, les dents, les griffes et les moustaches du tigre, les peaux de divers animaux et des coquillages. On exporte peu de perles : les bancs d'huîtres appartiennent aux sultans de Ternate, de Tidore et de Bachan. Aux Chinois, on vend le tripang, limace de mer, que l'on trouve en quantités innombrables dans les mers de l'Archipel. Comme engins de pêche, on emploie le *sero*, estacade de bambous reliés par des fibres de palmier, qu'on place dans la mer ou à l'embouchure des rivières : le *poukat* ou *seine*, espèce de filet, le panier à cloche, les javelots, les flèches et les harpons.

B. *Élève du bétail* (Rapport de M. Lameris). A cause de la grande fertilité du sol et de l'insouciance des habitants, l'élève du bétail est encore fort peu avancée dans les îles des Indes orientales. Il faut ajouter à ces circonstances défavorables le fait que les Européens sont seuls à faire usage des produits de la laiterie. Parmi les animaux domestiques, le plus utile est le buffle (karbau) : il laboure les rizières et transporte de lourds fardeaux par des chemins impraticables ; sa chair se mange dans les festins. Dans quelques contrées, on emploie aussi le bœuf, *sapi*, *javi*, *lembou*, et *chapi*. Les moutons sont d'importation étrangère ; ils sont petits et leur toison est plus pileuse que laineuse.

Les porcs se trouvent partout où il a des Chinois. Un rôle important revient au cheval dans l'archipel Indien. Mais le climat est trop chaud et trop humide pour lui, et il est de petite taille. Les chevaux de l'archipel descendent d'ancêtres persans, tartares, et même arabes. Les chiens rappellent plutôt le chacal, et les chats sont plus petits que ceux de la Hollande. Les poules et les coqs ressemblent aux poules ordinaires de notre pays. Les indigènes sont passionnés pour les combats de coqs.

C. *Élevage d'insectes utiles* (Rapport de M. Veth). L'élève des abeilles est encore très arriérée dans l'archipel Indien ; dans beaucoup d'endroits, on se contente de recueillir le miel des abeilles sauvages. On élève l'*Apis indica* pour avoir son miel et sa cire. Des essais d'acclimatation pour le ver à soie ont été tentés, ils ont coûté fort cher et n'ont abouti à rien. Quoique l'insecte de la laque, *Coccus ficus*, se trouve fréquemment dans les forêts de Java, on n'a pas essayé d'en améliorer l'espèce. En revanche, le gouvernement des Pays-Bas n'a épargné ni argent ni peines pour transplanter d'Amérique à Java l'insecte de la cochenille *(Coccus cacti)* ; mais, en 1861, il se décida à y renoncer entièrement, parce que les frais d'acclimatation étaient trop élevés.

D. *Agriculture et horticulture* (Rapport de M. K. W. van Gorkom). Les possessions néerlandaises aux Indes ont une température assez uniforme, en moyenne de 25° à 27° centigrades ; les vents réguliers du nord-ouest et du sud-est partagent l'année en deux saisons de durée à peu près égale : la mousson d'ouest et la mousson d'est. L'une amène la pluie, l'autre la sécheresse. En faisant l'ascension d'une des hautes montagnes du pays, on passe d'un climat tropical à un climat relativement froid. On peut donc cultiver sur ces montagnes des plantes appartenant à plusieurs zones de notre globe. Le riz occupe le premier rang parmi les végétaux cultivés. Tout ce que l'on récolte d'autre, comme le maïs, le tabac, le coton, s'appelle les seconds produits. Les terrains qui entourent les habitations indigènes sont plantés d'arbres fruitiers, parmi lesquels le *Cocos nucifera* (cocotier) et le *Musa paradisiaca* (pisang). Autour des maisons, on cultive des plantes d'un usage journalier, comme le poivre cubèbe *Piper nigrum*, le *Capsicum annuum*, le *Chavica betle*, qui donne la feuille du sirih, le coton, le rameh, le gambir, etc.

Beaucoup de parties des Indes orientales sont à peine peuplées. Les possessions néerlandaises de l'archipel ont une superficie de plus de 30 000 milles géographiques carrés ; Java et Madoura n'occupent

qu'un douzième de cette étendue : or, ces deux îles renferment environ vingt millions d'habitants, et tout le reste ensemble n'a certainement pas la moitié de cette population. L'archipel pourrait probablement nourrir deux ou trois cents millions d'habitants.

E. *Produits forestiers* (Rapport de M. V. Musschenbroeck). Les produits forestiers sont classés en 50 familles par M. van Musschenbroeck. Le nombre des espèces végétales est immense aux Indes : le professeur Miquel a distingué dans sa *Flore des Indes néerlandaises* 7062 dicotylédones et 2025 monocotylédones. Parmi les produits forestiers, se trouvent différentes espèces de bois de construction, des matières textiles, tannantes et colorantes, des huiles, parfums, gommes et résines, des fèves, des noix, et matières médicinales. Tous ces produits se trouvaient représentés à l'Exposition par des collections très riches, mais dont il serait trop long de parler en détail.

F. *Industrie minière* (Rapport du même). Si par industrie minière on entend la recherche des minéraux dans les entrailles de la terre, au moyen de puits profonds et de galeries souterraines, elle n'a jamais existé aux Indes néerlandaises ; mais, depuis bien des siècles, peut-être même avant l'ère chrétienne, les habitants savent s'approprier et mettre en œuvre quelques métaux et minéraux d'une exploitation facile. Les différents minéraux sur lesquels s'est exercée l'industrie minière des indigènes sont le fer, l'or, l'étain, le vif argent, le diamant, le sel, la houille, le bitume, le pétrole, les pierres de construction, la chaux, l'argile, le soufre, l'alun, et la terre comestible (la géophagie existe aux Indes).

G. *Autres industries* (Rapports du même). — Les indigènes s'occupent de filage, de tissage, et de teinturerie. Pour la teinture, il existe aux Indes un procédé particulier appelé Batikken, décrit avec soin dans le rapport. On y fabrique aussi le feutre végétal, le papier et le parchemin de peaux de buffle. On connaît également le montage en or ou argent des pierres précieuses, mais on ne sait ni les polir, ni les tailler. Les sultans de Ternate, Tidore, Bachān, ont chacun un ou deux bancs d'huîtres perlières, dont ils prétendent tirer un grand revenu.

Citons encore, parmi les industries indigènes, l'orfèvrerie, la ferronnerie, la chaudronnerie et la dinanderie ; la poterie, la fabrication d'objets en bois, la préparation des cuirs ; on travaille aussi la corne, l'écaille et les coquillages, et on est très habile pour les ouvrages tressés, nattés et cordés.

H. *Commerce et navigation* (Rapport de MM. Bergsma et Jaeger). Depuis l'abolition de l'impôt sur les marchés, il n'est plus possible de savoir quelles sont les quantités de produits commerciaux qui passent soit d'une partie de Java à une autre, soit de Java à d'autres parties de l'archipel. On importe continuellement du riz de Bantam à Batavia, de Kadou et de Bagelèn à Jokyokarta. Le nombre des marchés à Java est fort grand. Ils se tiennent tous les cinq ou tous les dix jours ; il y en a qui sont annuels, par exemple ceux de bétail. La navigation entre les ports des Indes néerlandaises devient d'année en année plus active. Dans l'intérieur, le transport des marchandises se fait par des porteurs. On se sert aussi de charrettes assez primitives.

Classe 11. *Arts et sciences* (Rapport par MM. Serrurier et van der Lith). — Les manifestations du sentiment du beau chez les indigènes des Indes néerlandaises se bornent à l'ornementation du corps et des objets employés à la guerre ou destinés aux usages domestiques. Les Javanais savent orner leurs batiks des fleurs les plus gracieuses. Ils sont passés maîtres dans l'art de sculpter le bois, l'ivoire, etc. Les instruments de musique le plus employés sont le tambour, la flûte, et un instrument à cordes. A Bornéo, on trouve aussi *l'orgue à bouche*, également employé en Chine.

L'art théâtral est représenté à Java par le théâtre religieux et par le théâtre profane. Les cérémonies religieuses et les danses mondaines sont réunies dans certaines occasions. Dans les îles de la Sonde, les personnages du théâtre sont des acteurs en chair et en os ; à Java ce sont surtout des marionnettes.

Ce sont les Hindous qui ont apporté l'écriture aux peuples de l'archipel Indien ; dans plusieurs parties de l'archipel, on écrit encore sur des feuilles d'arbres ou sur des tiges de bambou. L'imprimerie a été introduite chez les indigènes en 1855. On a reproduit le Coran par voie lithographique. Les connaissances scientifiques ne sont pas fort développées chez eux, leurs idées sur la forme de la terre et sur la nature sont des plus extraordinaires et des plus fantastiques ; autrefois la division de l'année était en rapport avec les travaux champêtres, maintenant on a adopté l'ère et le calendrier musulmans. Le système quaternaire servait primitivement de base à l'arithmétique ; de nos jours on se sert à Java du système décimal. La médecine est encore en grande partie dans l'enfance. Les Javanais connaissent quelques plantes médicinales.

On avait annexé à l'Exposition une division coloniale médicale dans

un bâtiment spécial. Plus de 200 médicaments, des poisons et des narcotiques s'y trouvaient réunis.

Il y a relativement peu de temps, dit M. van der Lith, que l'instruction des indigènes est devenue l'objet des soins de l'État, mais l'on n'a pas de grands progrès à enregistrer. A Java, c'étaient principalement les prêtres indiens qui donnaient l'instruction primaire dans les *langgars* (maisons de prières) : elle se bornait à la lecture du Coran.

Classe 12. *Religion et coutumes religieuses.* C'est M. le professeur Veth encore qui a rédigé cette partie du rapport. L'islamisme peut être considéré comme la religion dominante de l'archipel : chez les peuples mêmes qui sont restés fidèles à l'antique culte de leurs ancêtres, la religion de Mahomet fait continuellement des progrès. Avant que l'islamisme eût été prêché, une autre religion, le boudhisme, avait pénétré jusqu'à eux par des colons hindous, comme le prouvent les monuments et les statues innombrables qu'on a trouvés. Chose assez curieuse, les mêmes formes de superstition qu'on rencontre chez les habitants de l'archipel Indien se retrouvent parmi les Indiens des Indes occidentales.

Classe 13. *Formes de gouvernement, affaires militaires, justice, sécurité publique et édifices publics.* (Rapports par MM. van der Lith, Perelaer, Wilken, Bergsma, Post). Dès les premiers temps, ce fut un des principes du gouvernement des Néerlandais aux Indes, de laisser autant que possible la population indigène sous l'administration immédiate de ses chefs reconnus. Les rapports qui existent entre eux et le gouvernement néerlandais reposent principalement sur des contrats. Mais il y a une partie des Indes qui est placée sous l'autorité immédiate du gouvernement. Cependant, même dans ces contrées, l'autorité ne s'exerce que par l'intermédiaire de chefs indigènes nommés par lui. A proprement parler, il n'y a pas d'institutions militaires chez les peuples de l'archipel Indien, la population indigène court en général aux armes à la voix de ses chefs et de ses prêtres: leur manière de combattre en rase campagne consiste en embuscades ; mais ils y sont passés maîtres.

Le Nawolo Pradato est le code des Javanais. Ils ont comme moyen de répression la peine de mort, les amendes, l'asservissement, la mutilation, le bannissement ; quelquefois le condamné est exposé aux morsures des fourmis; il n'y a pas d'emprisonnement, le coupable est mis seulement au bloc.

Celui qui a été volé doit en donner connaissance à l'autorité et, s'il ne l'a pas fait dans les quarante jours, l'accusation est périmée.

Lorsqu'un crime a été découvert, les habitants en sont avertis par le son de l'auge à riz, sur laquelle on frappe et qui donne un son retentissant. La manière dont on frappe indique l'espèce de crime ; on se sert du même moyen pour informer les voisins d'une attaque par les bêtes féroces, d'un incendie, etc.

Les édifices des indigènes sont d'une grande simplicité ; une habitation est essentiellement un toit supporté par des piliers, car avant tout on veut se mettre à l'abri du soleil et de la pluie. Les piliers servent à appuyer les parois, et, chez les gens aisés, on met au-dessus des chambres ainsi obtenues des plafonds plus ou moins ornés. Le sol disparaît sous un sol artificiel en planches, en ciment, ou en marbre. Les ouvertures des parois sont munies de portes, de fenêtres, de jalousies. Les parois extérieures sont un simple treillis en bambou chez les pauvres ; chez les riches et les Européens, les murs sont en maçonnerie et le toit est couvert en feuilles de nipa, en ardoises, en tuiles ou en bardeaux.

Groupe III. *Classe* 14. *Établissement et extension du pouvoir européen dans les colonies.* Ce qui excita surtout les Hollandais à chercher la route de l'Orient, dit M. Kan, dans ce rapport, ce furent les obstacles que les Espagnols apportaient à leur commerce maritime en Europe; ils essayèrent trois expéditions mémorables sans résultat. En 1596, ils réussirent à doubler le cap de Bonne-Espérance, et purent faire flotter le pavillon néerlandais dans l'archipel Indien.

En 1603, la Compagnie générale des Indes orientales fut établie et, en 1609, le premier gouverneur Pieter Both fut nommé : en 1618 Batavia fut fondée par Jan Pieterszoon Coen, qui fut le véritable fondateur de la puissance de la Compagnie à Java. Après 1816, l'autorité néerlandaise s'est rapidement étendue dans les contrées centrales des îles.

Ensuite M. Kan donne une description très détaillée des luttes et des difficultés que les Hollandais ont eues avec les Anglais, les Portugais et les indigènes. A l'Exposition, se trouvait la collection de tous les portraits des gouverneurs généraux aux Indes, depuis Pieter Both en 1610, jusqu'à James Loudon en 1872.

Classe 15. *Systèmes coloniaux.* Dans cette partie du rapport, M. P. A. van der Lith donne un aperçu général de ce qui était exposé à Amsterdam en fait de chartes, lois et règlements politiques relatifs aux Indes.

Classe 16. *Forces de mer et de terre.* Les forces navales des Indes néerlandaises sont sous le commandement d'un vice-amiral nommé par le roi. Elles se composent :

1° De l'escadre auxiliaire, formée de deux vaisseaux blindés à tourelles et de vapeurs à hélice de première et deuxième classe.

2° De la marine militaire indo-néerlandaise comprenant 4 vaisseaux stationnaires, un vapeur de première classe, 13 vapeurs de deuxième classe, 3 vaisseaux à aubes de deuxième classe, 4 de troisième et de 5 de quatrième classe.

3° De la marine du gouvernement, composée de 8 vapeurs tenant la mer, dont 4 à hélice, et 4 à aubes, et de 7 vapeurs pour les rivières, tous à aubes, de 2 bâtiments pour le service des balises, de 16 avisos et de 61 chaloupes armées à voiles.

L'armée des Indes néerlandaises se compose : pour l'infanterie, de 18 bataillons de campagne, de 4 bataillons de dépôt, de 11 bataillons de garnison et de 5 compagnies de garnison : pour la cavalerie, d'un régiment formé de 6 escadrons de campagne et d'un escadron de dépôt : pour l'artillerie, de 8 compagnies d'artillerie de campagne et de montagne, de 2 compagnies mixtes d'artillerie de montagne et de position, de 11 compagnies d'artillerie de position et de 3 compagnies d'artillerie de garnison ; pour le génie, d'un corps d'ouvriers du génie et de 3 compagnies de mineurs et de sapeurs. Cette partie du rapport est due à M. Perelaer.

Classe 17. *Travaux publics* (rapporteur M. van der Post). C'est surtout depuis vingt-cinq ans qu'on a fait beaucoup de travaux publics aux Indes. On a commencé par une grande route postale traversant l'île de Java dans toute sa longueur. On a construit des ponts, des magasins et des entrepôts. Dans l'intérêt de l'agriculture, on a organisé des irrigations et construit des digues contre les inondations. Puis on a érigé des prisons et des écoles. Un réseau de chemins de fer, destiné à embrasser presque toute la longueur de l'île de Java, est déjà, pour une bonne part, en exploitation ; des lignes de tramways sont en construction, et plusieurs phares qui protègent la navigation ont été construits.

Classe 18. *Postes et télégraphes* (rapporteur M. H.-L. Janssen van Raay). En 1880, il y avait, dans les colonies, 79 bureaux télégraphiques, et la longueur des lignes était de 5861 kilomètres. On fixait, dans le commencement, presque partout les fils de fer galvanisé aux arbres vivants, surtout au kopok *(Eriodendron anfractuosum)*. Cet arbre a un tronc droit de cinquante pieds de hauteur : depuis quelques années on emploie, le long des chemins de fer, des poteaux en fer du type Henley. MM. Wille et van der Pfordten ont été autorisés à poser des lignes téléphoniques, et, en 1877, les Indes néerlandaises ont adhéré à l'Union générale des postes.

Classe 19. *Commerce et navigation.* Dans cette classe, les rapporteurs, MM. Bergsma, Jaeger, Maarschalk, Nieman et Veth traitent successivement une foule de points qu'il suffira d'énumérer : littérature concernant la législation et les traités qui régissent le commerce et la navigation, tarifs de droits d'entrée, de sortie et de transit, de taxes pour pilotage, de droits de port, de droits d'ancrage et de règlements pour les ports, statistique comparée relative à la législation commerciale et à la navigation. Ensuite, ils parlent des routes et moyens de transport, embarcations à vapeur, à voiles, à rames, chantiers, docks, allèges, appareils plongeurs, grues ; établissements de commerce et de crédit, monnaies, système monétaire et timbres. Il est impossible de résumer ces innombrables renseignements dans les limites d'un compte rendu.

Classe 20. *Agriculture et industrie.* (Rapporteurs : van Gorkom, Bergma, Jaeger, Van Menschenbroeck, Everwyn, Post.) Dans les commencements, la Compagnie des Indes se procurait avec facilité le riz, le sucre, l'indigo, les fils de coton, le safran, le poivre, les clous de girofle, la noix muscade, le macis, la cannelle, etc., qu'elle revendait en Europe avec de très gros bénéfices. Vers le milieu du XVIIe siècle, diverses circonstances décidèrent la Compagnie à vendre des terres, et c'est l'origine des territoires particuliers, qui sont actuellement pour la plupart entre les mains d'Européens et de Chinois. Le riz constitue le produit principal des territoires particuliers. La sylviculture existe presque uniquement pour le bois de Jati *(Tectona)*.

Mines. En 1669, la Compagnie se décida à prendre à son compte l'exploitation de la veine aurifère de Salida. Le résultat ne fut pas brillant, et on l'abandonna définitivement en 1737. On a renoncé également à l'exploitation des mines de diamants. Avec la houille et l'étain, on a plus de succès. De 1848 jusqu'à la fin de 1881, la mine d'Orange-Nassau et l'exploitation temporaire d'Assahan ont produit 221 512 tonnes de houille.

De 1821 jusqu'à la fin de 1881, l'île de Bangka a produit 373 800 pikols d'étain. Le gouvernement accorda en 1852 une concession pour l'exploitation de l'étain de Billiton. De 1856 à 1881, le rendement total a été de 967 140 pikols. Une concession a été accordée en 1873 à des particuliers pour l'exploitation de l'huile minérale. Le service des mines a foré depuis 1868, 42 puits artésiens ; on a ainsi réussi à fournir complètement Batavia et Samarang de bonne eau potable.

Industrie européenne. Il existe actuellement à Onrust et à Sourabaya de vastes établissements maritimes avec des chantiers ; un

atelier de construction pour l'artillerie à Sourabaya ; dans la même localité, une fabrique de cartouches, et un atelier de fabrication d'outils : en outre, à Ngamiet et à Bajong, deux fabriques de poudre, puis à Batavia un établissement lithographique, un atelier de photographie. Une autre branche importante d'industrie est la préparation du sel.

Les ébénistes d'Europe feront bien de porter leur attention sur les magnifiques espèces de bois que produisent les Indes occidentales et orientales: on en trouvait de magnifiques échantillons à l'Exposition.

Classe 21. *Vie domestique et sociale des Européens.* — Dans cette partie du rapport, MM. von Rosenberg et Heering donnent une description des objets nécessaires aux passagers qui vont aux Indes ou en reviennent, aux colons pionniers, et aux voyageurs scientifiques : ensuite ils parlent de la vie aux colonies et, pour terminer, ils traitent en peu de mots la question du paupérisme.

Le climat aide les pauvres aux Indes. Les indigents des tropiques n'ont pas la moitié des souffrances et des soucis des pauvres de l'Europe. Aux Indes, quelques sous, pour ainsi dire, suffisent pour subvenir aux besoins les plus urgents d'une famille européenne : quelques mètres de coton sont tout ce qu'il faut pour la vêtir, quelques livres de riz et un morceau de viande relativement à bon marché pour la nourrir.

Classe 22. *Éducation et enseignement.* MM. van der Lith et le Dr Wynmalen donnent des renseignements sur l'enseignement préparatoire primaire, secondaire et supérieur, et les œuvres des missionnaires. Pour l'enseignement public, il y avait à la fin de 1881, 99 écoles mixtes et 16 écoles de filles, avec 8664 élèves, dont 457 indigènes et 250 orientaux étrangers. Pour l'enseignement privé, 19 écoles avec 1820 élèves. L'enseignement militaire, pour les Européens, se donne aux Indes dans l'école de Meester Cornelis. On cite 13 associations de missionnaires de différentes sectes protestantes. Pour ce qui regarde les Indes occidentales, le rapporteur cite l'œuvre des missions des frères moraves : et à la fin il dit qu'il s'y trouve aussi des missions catholiques romaines, de même qu'aux Indes orientales, où l'Église est maintenant affranchie des règlements qui entravaient autrefois son action.

Classe 23. *Exploration scientifique de l'Archipel* (Rapporteurs, MM. Veth, Post, Prange). La seule partie de cette section du rapport qui ait réellement rapport aux colonies néerlandaises est celle qui regarde la presse et la librairie.

Les imprimeries de Batavia au XVIIe et au XVIIIe siècle, ne produi-

sirent que des affiches, des règlements, des ordonnances, etc. Il n'en est plus de même au XIXe siècle. En dehors des imprimeries officielles, la première imprimerie privée a été fondée par quelques Anglais, sous le nom de Parapattan-Press, en 1843. Plusieurs journaux et revues ont paru et ont vécu quelque temps pour disparaître. Cependant, on compte actuellement à Batavia 3 feuilles hollandaises et 3 malaises, à Samarang 3 hollandaises et 1 malaise. En tout, il y a dans les colonies 15 journaux hollandais et 8 indigènes. Le commerce des livres est très peu florissant aux Indes, parce qu'il est plus facile de faire venir directement un livre d'Europe que de l'acheter par l'entremise d'un libraire. On n'a pas d'ailleurs aux Indes de libraire proprement dit. Le marchand de livres vend en même temps des jouets, de l'argenterie, des instruments de musique.

Tel est le résumé sommaire des trois gros volumes publiés par les savants de la Hollande sur les colonies néerlandaises. Nos extraits, un peu disparates, donneront au lecteur quelque idée des qualités et des défauts de cet ouvrage, où l'on trouve un grand nombre de renseignements précieux, arrangés, il faut bien l'avouer, dans un ordre assez singulier. Puisse, quelque jour, un jeune écrivain réunir, sous une forme meilleure et plus attrayante, les données innombrables dispersées dans les trente ou quarante rapports distincts qui composent cet ouvrage.

A. M. Oomen.

VII

Ueber den Zusammenhang zwischen den Grossen Agentien der Natur, von R. Clausius. Bonn, Cohen, 1885. Brochure de 22 pages in-8°. Prix : 1 marc.

Le 18 octobre 1884, l'éminent physicien de l'Université de Bonn, appelé, suivant un antique usage, à prononcer, comme recteur, un discours sur les progrès les plus récents de la science qu'il y enseigne avec tant d'autorité, a choisi pour sujet de son allocution, les relations qui existent entre les grands agents naturels : la lumière, la chaleur, le magnétisme et l'électricité.

Ce discours, malgré sa brièveté, est une esquisse remarquable de l'histoire de la physique des impondérables, et nos lecteurs nous sauront gré d'en donner ici un résumé rapide.

Au début de la physique, dit Clausius, on étudiait à part les divers agents naturels, et on les regardait comme des substances distinctes.

Ainsi, en optique, on considérait la lumière émise par les corps lumineux, comme composée de particules extrêmement ténues d'une matière spéciale, que le corps lance dans toutes les directions. Huygens, le premier, imagina une autre théorie, celle des ondulations, d'après laquelle la lumière est produite par des vibrations extrêmement rapides de la matière pondérable, et transmise, à travers l'espace et les corps transparents, par l'intermédiaire d'un fluide hypothétique, l'éther. L'autorité de Newton, qui avait adopté le système plus ancien de l'émission, empêcha pendant un siècle et demi le triomphe des idées de Huygens : mais, dans le premier quart de ce siècle, elles l'emportèrent définitivement.

Le calorique fut regardé plus longtemps encore comme une substance, impondérable, il est vrai, mais à part cela, se combinant avec les différents corps, absolument comme l'oxygène, le chlore ou les autres éléments chimiques. Il existait sous deux formes, soit comme chaleur rayonnante, soit comme chaleur propre des corps ou chaleur de conductibilité. Mais bientôt des faits inexplicables dans cette hypothèse de la matérialité de la chaleur furent découverts : Melloni montra que les rayons du spectre calorifique sont aussi distincts que ceux du spectre lumineux ; d'autres physiciens trouvèrent, pour la chaleur rayonnante, les phénomènes de la double réfraction et de la polarisation. On fut conduit, dès lors, à admettre que cette espèce de calorique consiste, comme la lumière, en vibrations des corps chauds. L'étude de la chaleur de conductibilité, de certains phénomènes qui produisent de la chaleur, tels que le frottement, amenèrent les savants à une conclusion semblable pour cette seconde forme du calorique. Ainsi se forma la théorie thermodynamique dans laquelle se sont cristallisées ces diverses découvertes.

La lumière et la chaleur rayonnante s'accompagnant toujours, il était d'ailleurs inutile de les regarder comme produites par des vibrations distinctes ; ce n'est que physiologiquement, dans leur action sur nos sens, qu'elles diffèrent. Autrement dit, il n'y a plus à considérer qu'un agent, la chaleur, au lieu de deux, la lumière et la chaleur, que l'on admettait antérieurement.

Une réduction semblable s'est faite de notre temps pour les deux autres agents : le magnétisme et l'électricité. Depuis l'antiquité, les phénomènes d'attraction que présentent l'aimant naturel sur le fer, et l'ambre frotté, sur les objets légers, avaient paru présenter des analogies

assez frappantes. Toutefois l'étude de l'électricité statique, depuis Gilbert jusqu'à Galvani, ne permit pas de pénétrer plus avant dans le mystère de ces ressemblances. Mais, après la découverte de la pile de Volta et de l'électricité dynamique, il n'en fut plus de même. Oersted ayant observé, en 1820, l'action d'un courant électrique sur un aimant, le génie d'Ampère, en quelques semaines, fit sortir de ce fait singulier une théorie nouvelle du magnétisme, qui ramenait entièrement cet agent naturel à l'électricité.

Les grands progrès de la physique au dix-neuvième siècle ont donc simplifié la nature, si l'on peut ainsi dire, en réduisant à deux les quatre agents naturels regardés encore comme distincts au commencement de ce siècle. Peut-on aller plus loin et dire, avec des vulgarisateurs superficiels, que l'électricité et la chaleur peuvent aussi se transformer l'une dans l'autre ? Non, car c'est le mouvement de l'électricité, et non l'électricité elle-même, qui se transforme en chaleur ; réciproquement, la chaleur produit le mouvement de l'électricité qui se trouve dans les corps conducteurs, mais elle n'engendre pas l'électricité qui est préexistante.

Mais il ne faut pas renoncer pour cela à trouver une relation entre l'électricité et la chaleur, ou, ce qui revient au même, entre l'électricité et la lumière. D'illustres physiciens ont déjà pressenti, deviné le lien secret qui rattache l'un à l'autre ces agents naturels, comme nous allons le dire d'après Clausius.

On sait que deux corps électrisés de même se repoussent, que deux courants électriques parallèles et de même sens s'attirent. Rapprochons ces deux lois, en réduisant les deux corps et les deux courants à deux particules d'électricité de même nom, considérées soit en repos, soit en mouvement. Sont-elles en repos, elles se repoussent avec une certaine force, d'après la première loi. Sont-elles en mouvement de plus en plus rapide, à cause de l'intervention de la seconde loi, cette répulsion diminuera sans cesse, jusqu'à s'annuler, puis elle se changera en une attraction des deux particules mobiles, ou des deux courants. Au moment où la répulsion se transforme ainsi en une attraction, *la vitesse des particules électriques est précisément la vitesse de propagation de la lumière*. Ce résultat capital, dû à Weber et Kohlrausch, est corroboré par d'autres faits analogues, et aussi par une exposition mathématique nouvelle de la théorie des ondulations. Dans ce mode d'exposition, brillamment esquissé par Maxwell peu avant sa mort, au lieu de recourir à l'éther élastique de Huygens, pour expliquer les phénomènes lumineux, on se sert, dans le même but, de l'électricité ; en un mot, on donne une théorie électro-dynamique de la lumière.

La formule suprême vers laquelle semble donc marcher la physique moderne est celle-ci : Si l'on parvient à expliquer la propagation de la chaleur rayonnante et de la lumière au moyen des forces électriques, on doit se représenter les espaces célestes et les interstices des corps comme remplis d'électricité : l'électricité est ce fluide mystérieux, l'éther, imaginé par Huygens : c'est le seul agent impondérable qui reste dans la nature, en face de la matière pondérable, pour en transmettre à nos sens tous les imperceptibles frémissements, soit comme sensations lumineuses, soit comme sensations calorifiques.

Tel est, avec bien des lacunes, le résumé de cette belle page d'histoire scientifique. Tout le monde voudra lire, dans la brochure même de M. Clausius, les détails de cette exposition magistrale des derniers progrès de la physique par un de ses plus illustres adeptes du dix-neuvième siècle.

P. Mansion.

VIII

Œuvres complètes d'Augustin Cauchy publiées sous la direction scientifique de l'Académie des sciences et sous les auspices de M. le Ministre de l'instruction publique, Ire série, t. V. Paris, Gauthier-Villars, 1885, in-4°.

Nous avons plus d'une fois entretenu les lecteurs de la *Revue* de cette magnifique publication, désirée depuis longtemps par tous les géomètres, votée par l'Académie des sciences, mais rendue possible seulement par le concours généreux, intelligent et dévoué de l'éditeur, M. Gauthier-Villars, qui s'est attaché d'ailleurs à la rendre matériellement digne du grand nom qu'elle est destinée à honorer, par la perfection de l'impression.

Ce volume, le troisième paru, est consacré comme le précédent à la reproduction pure et simple des articles publiés dans les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences de 1839 à la fin de 1840. Nous avons déjà dit les motifs qui, à nos yeux, auraient plaidé en faveur d'un ordre différent dans la publication, ces articles des *Comptes rendus* étant bien plus facilement accessibles à la plupart des lecteurs que d'autres travaux plus anciens et fort rares de Cauchy : il est inutile de revenir là-dessus.

On trouvera, du reste, dans ce beau volume, de nouveaux témoi-

gnages de la fécondité de Cauchy, de la variété d'aptitudes de son génie mathématique, et aussi, malheureusement, de sa fâcheuse disposition à remuer sans cesse toutes les questions sans s'attacher à mener à fin ses recherches sur aucune d'entre elles.

La physique mathématique est ici encore représentée par une série de mémoires relatifs à la mécanique moléculaire et à la théorie de la lumière : *Mémoire sur la polarisation des rayons réfléchis ou réfractés par la surface de séparation de deux corps isophanes et transparents.— Note sur les milieux dans lesquels un rayon simple peut être complètement polarisé par réflexion. — Mémoire sur la polarisation incomplète par réflexion. — Sur la réflexion des rayons lumineux produite par la seconde surface d'un corps isophane et transparent. — Considérations nouvelles sur les conditions relatives aux limites des corps*, etc... — *Mémoire sur les deux systèmes d'ondes planes qui peuvent se propager dans un système isotrope*, etc... Dans ces divers mémoires, ce sont généralement les équations différentielles des petits mouvements et la méthode pour trouver les conditions relatives aux limites des corps qui servent de base. On y trouvera, sous une forme peu différente, bien des choses déjà données dans les mémoires antérieurs, sans que les lacunes qui subsistaient dans ceux-ci soient réellement comblées. Nous avons expliqué ce que nous en pensions dans un article précédent; nous ajouterons ici que M. E. Matthieu a adressé à ces mémoires des critiques dont tout géomètre-physicien devra se préoccuper (1).

Le dernier des articles cités plus haut renferme le très curieux calcul par lequel Cauchy a assigné la distance probable qui sépare deux molécules d'éther.

Parmi les travaux d'analyse pure, nous signalerons d'importants mémoires sur l'intégration des équations linéaires, différentielles ou aux dérivées partielles, et sur le développement en séries convergentes de leurs intégrales. Dans plusieurs de ces écrits, Cauchy revient sur son célèbre théorème fondamental relatif aux conditions du développement des fonctions, et en fait l'application aux intégrales des équations différentielles. Ces théorèmes ont été établis depuis avec plus de précision par Briot et Bouquet, mais on retrouve dans les mémoires de Cauchy tous les principes de cette importante théorie. Un autre article contient l'essai de Cauchy pour démontrer le théorème fondamental par les seules ressources du calcul différentiel, sans l'emploi des intégrales définies. Signalons encore, à cause de leur élégance, les mémoires

(1) *Journal de Liouville*, 1881, p. 201.

Sur les fonctions alternées et sur diverses formules d'analyse, et le mémoire *Sur les fonctions interpolaires*. Ces fonctions, considérées en premier lieu par Newton, plus tard par Ampère et Gergonne, et sur lesquelles on a depuis d'importants travaux de Bellavitis et de M. Genocchi, tendent à pénétrer aujourd'hui davantage dans l'analyse. Elles servent de base à différentes méthodes d'interpolation, et sont aussi d'un emploi très utile dans le développement en série et dans la résolution approchée des équations numériques, comme Cauchy l'a fait voir par des mémoires ultérieurs renfermés dans ce même volume : *Sur la résolution numérique des équations algébriques et transcendantes*. Toutefois, nous devons ajouter que la fin du mémoire sur les fonctions interpolaires nous paraît assez faible.

La théorie des nombres et la mécanique céleste ont une large part dans le tome actuel : *Théorèmes relatifs aux formes quadratiques des nombres premiers et de leurs puissances*. — *Théorèmes sur les résidus et les non-résidus quadratiques*. — *Sur quelques séries dignes de remarque qui se présentent dans la théorie des nombres*, etc... On sait quelle supériorité Cauchy a manifestée dans cette branche difficile des mathématiques : un de ses premiers pas dans la carrière fut marqué par un travail très important sur la théorie des nombres. Il retrouve et généralise ici des résultats obtenus par Jacobi et par Gauss *(Summatio serierum quarumdam singularium)*.

Les mémoires sur la mécanique céleste sont plus importants encore. Non seulement Cauchy s'y occupe de la convergence des séries que l'on rencontre dans la théorie des planètes, mais il expose une méthode générale, très élégante, pour déterminer les mouvements des planètes et de leurs satellites, en déduire les formules du mouvement elliptique d'abord, puis le calcul numérique des coefficients que renferme le développement de la fonction perturbatrice. C'est là qu'il expose sa méthode si remarquable, permettant de trouver isolément tel terme que l'on désire dans ce développement, sans devoir passer par tous les autres. Les mémoires *Sur le mouvement de notre système planétaire* et *Sur la variation des éléments elliptiques dans le mouvement des planètes* sont dignes du génie de Cauchy.

Quelques rapports très intéressants nous montrent Cauchy sous un jour nouveau. Deux d'entre eux concernent des travaux de Duhamel, relatifs à l'action de l'archet sur les cordes vibrantes et à l'effet de curseurs mobiles déposés sur les cordes. Un autre roule *Sur un nouveau système de navigation à vapeur du marquis de Jouffroy*. C'était le fils même de l'inventeur des pyroscaphes. Il proposait de remplacer les

roues à palettes par des *palmes* articulées, placées à l'arrière du navire sous la ligne de flottaison, douées d'un mouvement alternatif, s'ouvrant au recul pour frapper l'eau et se fermant pour revenir à la place occupée d'abord. Cauchy, dans son rapport, discute les conditions d'action les plus avantageuses d'un moteur sur une masse liquide et, avec sa lucidité habituelle, expose les avantages théoriques que la commission a reconnus dans l'appareil Jouffroy, avantages qui se sont vérifiés par des expériences comparatives. Les progrès réalisés dans la construction des moteurs à hélice ont été la cause probable de l'abandon du système proposé par le marquis de Jouffroy.

Enfin, on relira avec plaisir le rapport de Cauchy sur les procédés de calcul d'Henri Mondeux, ce pâtre de la Touraine, arrivé seul en combinant des cailloux à effectuer de tête et rapidement des opérations compliquées sur les nombres. Mondeux était au service d'un fermier qui lui donnait « comme appointements trois paires de sabots par an, du pain noir à discrétion, et un peu d'ail quelquefois ». Un instituteur nommé Jacoby se chargea de lui et, tout en s'attachant à développer ses aptitudes extraordinaires pour le calcul, s'efforça de lui apprendre à lire et de réformer son caractère sauvage, chose beaucoup plus difficile pour ce Pascal en sabots. D'après le rapport de Cauchy, l'enfant avait trouvé de lui-même, pour résoudre ses problèmes, quelques-uns des théorèmes de l'algèbre, tels que le *binôme de Newton* et la formule de sommation des progressions arithmétiques. Quelques instants lui suffisaient pour retenir un nombre de 24 chiffres; au milieu du bruit des conversations, il savait suivre en esprit les progrès d'une opération aussi sûrement qu'il l'eût fait au tableau.

Ph. G.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ASTRONOMIE.

La nébuleuse d'Andromède et sa nouvelle étoile. — Par une nuit bien pure, on aperçoit entre le carré de Pégase et Cassiopée, près de l'étoile de quatrième grandeur ν d'Andromède, un petit nuage blanchâtre : c'est la nébuleuse Messier 31, une des plus grandes et des plus curieuses du ciel. Elle est si facilement visible à l'œil nu qu'on s'étonne de ne pas la trouver mentionnée dans les anciens catalogues. C'est l'astronome persan Al-Sûfi qui l'enregistra le premier, au dixième siècle de notre ère ; il est vrai qu'il en parle comme d'un objet bien connu des Arabes (1).

Six siècles plus tard, Simon Marius, de Franconie, signale aux astronomes d'Europe la « prodigieuse nébuleuse », *nubeculam monstrosam*.

Cet observateur habile, qui partage avec Galilée l'honneur de la découverte des satellites de Jupiter, nous apprend, dans la préface de son *Mundus Jovialis*, qu'il dirigea sa lunette pour la première fois le 15 décembre 1612 vers la nébuleuse d'Andromède. « Son intensité, dit-il, s'accroît à mesure qu'on approche du centre. Elle ressemble à une chandelle qu'on verrait à travers de la corne transparente, et je la trouve semblable à la comète de 1586. Si elle est nouvelle ou non, c'est ce que je ne déciderai pas. Cependant Tycho-Brahé, qui a

(1) Flammarion, *Les Étoiles*, p. 75.

décrit avec soin la position de l'étoile voisine, n'en a pas fait mention. »

La comparaison de Simon Marius répond assez exactement à l'aspect que présente aujourd'hui la nébuleuse dans le champ d'un petit instrument, armé d'un faible grossissement. En regardant bien, un peu au-dessus de la nébuleuse, on aperçoit son compagnon, Messier 32. C'est Le Gentil qui découvrit, le 29 octobre 1749, « cette autre petite *nébule* d'environ une minute de diamètre, qui paraissait jeter deux petits rayons l'un à droite et l'autre à gauche (1). »

Vingt-quatre ans après, le 10 août 1773, Messier, « examinant avec soin, par un ciel parfaitement beau et pur, la grande nébuleuse et la petite découverte par M. Le Gentil, avec une excellente lunette achromatique de trois pieds et demi de foyer, 40 lignes d'ouverture, à trois verres et un grossissement de 68 fois », découvrit un second compagnon qui n'avait pas encore été remarqué et « bien difficile à voir ». Cette petite nébuleuse paraît au-dessous de la grande. « Il est étonnant, dit Messier, qu'elle n'ait pas été vue par M. Le Gentil, ni par moi en travaillant à mon catalogue des nébuleuses..... Je pris sa configuration avec les deux autres,... remettant à un autre temps à en déterminer la position, ce qui fut fait en 1795 (2). »

La grande nébuleuse d'Andromède a été l'objet de nombreuses observations. Bouillaud (3), qui l'observa en 1664 et en 1666, pense que son éclat est variable. Kirch, en 1676, est du même avis. En 1740, elle paraît triangulaire à Cassini. Mairan, en 1754, trouve que la description de Simon Marius répond très bien à ses propres observations. Le Gentil, qui étudia avec soin cette nébuleuse, la voit ronde, en 1749, et « également claire dans toute sa surface ». L'observant de nouveau, le 7 janvier 1758, avec une lunette de trois pieds de foyer, il la voit « sous la forme de deux cônes ou pyramides de lumière opposées par leurs bases, dont les deux pointes étaient éloi-

(1) *Mém. de math. et de phys.* (Savants étrangers, t. II) 1755, p. 138.

(2) *Mém. de la classe des sc. math. et phys.*, premier semestre, 1807 ; pp. 210-211. Ce mémoire est accompagné d'un dessin des trois nébuleuses. La découverte de la troisième nébuleuse est généralement attribuée à Caroline Herschel, qui ne l'observa qu'en 1783. Voir : *A Cycle of celestial objects ;* W. H. Smyth et G. Chambers, 2e édition, 1881, p. 15, n. 33.

(3) Certains auteurs, Halley entre autres, attribuent à Ismaël Bouillaud la découverte de la nébuleuse d'Andromède, qu'ils rapportent à l'année 1661. Évidemment, ils ne connaissaient pas l'observation très précise de Simon Marius. Leur méprise est signalée déjà par Mairan dans son *Traité de l'aurore boréale.*

gnées entre elles d'environ 50 minutes de degré, et la base commune de ces deux pyramides lumineuses de 20 minutes (1). » Le Gentil croit à la réalité de ces transformations. Messier, au contraire, attribue toutes ces divergences « aux lunettes plus ou moins longues, aux grossissements plus ou moins forts » employés dans ces différentes observations. Toutefois, afin d'être à même de « reconnaître dans la suite des temps si effectivement (cette nébuleuse) est sujette à des variations dans sa forme ». Messier l'observa et la dessina avec soin, à l'aide de trois lunettes différentes, les 13, 14, 15, 16, 17, 21, 25 septembre et le 7 octobre 1795, « par un ciel très beau et très pur». ... « Je n'y remarquai, dit-il, aucune apparence de petites étoiles, si ce n'est que cette lumière me parut inégale, comme raboteuse (si j'ose m'exprimer ainsi), l'extrémité des pyramides très affaiblie, évasée et paraissant se terminer par des rayons de lumière extrêmement déliés et serrés ». Il trouve 2 degrés pour la longueur de la nébuleuse du SE au NO ; et 30 minutes pour sa plus grande largeur (2).

W. Herschel, qui avait décrit la grande nébuleuse dix ans plus tôt, en 1785, lui donne un degré et demi de longueur et seize minutes de largeur.

En 1826, J. Herschel constate que l'éclat augmente brusquement vers le centre, où l'on aperçoit un noyau stellaire à contours mal définis et dont le diamètre mesure 10 ou 12 secondes. Quelques années plus tard, Lamont trouve que ce noyau est ovale, granulé, mais non résoluble, et que son diamètre mesure 7 secondes environ.

La régularité que présente la nébuleuse d'Andromède, dans le champ d'une petite lunette, disparaît complètement quand on l'observe à l'aide de puissants instruments. On conçoit alors la remarque de Messier ; et on est porté à attribuer, avec lui, aux télescopes et aux grossissements employés, toutes les transformations que les premiers observateurs ont cru constater dans la nébuleuse.

Bond la dessina en 1847, à l'aide du grand réfracteur de 15 pouces de l'observatoire de Harvard College (Cambridge, États-Unis) (3).

(1) *Mém.*, volume cité (1807), p. 207.

(2) *Mém.*, volume cité, pp. 209-210. L'étoile de comparaison dont se servit Messier est ν d'Andromède, et non γ comme le disent plusieurs auteurs, qui s'étonnent que Messier n'ait pas, dans cette circonstance, dédoublé cette dernière étoile, un des plus beaux systèmes du ciel.

(3) Ce dessin, ainsi que ceux de Trouvelot et de Perry, dont il sera question plus loin, sont reproduits dans *Nature*, t. XXV, nov. 1881 — avril 1882 ; pp. 341, 344 et 345. — Voir aussi *Ciel et Terre*, 2e série, 1re année, p. 313.

Le noyau stellaire apparaît nettement sur ce dessin. On y retrouve les deux compagnons découverts par Le Gentil et Messier : ils forment comme deux foyers secondaires au sein de la nébuleuse elle-même, dont l'immense masse les enveloppe. Enfin deux larges fissures ou canaux sombres coupent la nébuleuse dans le sens de son grand axe. Le canal intérieur est le mieux défini ; il s'étend sur une longueur d'un degré et demi environ. Le second, distant du premier de quelques minutes, est plus court et moins régulier. Les directions des axes de ces deux fissures font entre elles un angle de trois degrés environ s'ouvrant vers le nord-ouest (1).

En 1874, M. Trouvelot fit un nouveau dessin de la nébuleuse à l'aide du même instrument. Ce dessin reproduit les grands traits de celui de Bond : mais un examen attentif y fait découvrir des différences caractéristiques. La masse totale de la nébuleuse, qui affecte, dans le dessin de Bond, la forme d'un fuseau mal défini, est plutôt globulaire dans celui de M. Trouvelot. Ici la fissure extérieure est la plus longue et la plus régulière ; l'une et l'autre vont en s'élargissant vers le nord-ouest.

Ces particularités se retrouvent sur un troisième dessin, fait le 14 décembre 1881 par le Rév. Jevon J. Muschamp Perry à l'aide d'un réflecteur de 18 pouces d'ouverture.

Bond et Trouvelot ont également relevé toutes les étoiles visibles, avec le grand instrument de Harvard College, dans la partie du ciel où s'étale la nébuleuse : on n'en compte pas moins de 1500 ; mais, comme nous le verrons tantôt, il n'est nullement certain que ces étoiles appartiennent à la nébuleuse ; elles pourraient bien être situées entre elle et nous.

En étudiant le spectre de cette immense nébuleuse, que les plus puissants télescopes n'ont pu résoudre, M. Huggins l'a trouvé continu, comme celui des amas d'étoiles. Ce fait, qui nous voile la constitution chimique de la nébuleuse, semble indiquer qu'elle est formée d'une matière pulvérulente; il ne prouve pas cependant qu'elle ne soit pas gazeuse. On sait, en effet, que le spectre des gaz est susceptible de varier avec la pression et la température : et on ne considère plus aujourd'hui le nombre des raies brillantes du spectre d'un corps simple comme abso-

(1) On ne devine pas ce que peuvent être ces fissures ou ees eanaux. Un fait analogue s'observe dans quelques autres nébuleuses : *Coma Berenices*, XII^h 30^m ; N 26° 39' ; on trouvera un dessin de cette nébuleuse dans les *Philos. Trans.*, 1833, 2e partie, fig. 37. — *Virgo*, XII^h 34^m ; S 10° 57' ; dessin, *ibid.*, fig. 50 ; etc.

lument invariable. Lorsque la température s'élève, on voit apparaître, dans le spectre, des lignes nouvelles d'un éclat progressivement croissant : et, quand on augmente la pression, ces lignes s'étalent et finissent par former un spectre continu, comparable à celui des liquides et des solides incandescents. Il est bien difficile, dans l'analyse spectrale des astres, de faire la part de la température et de l'épaisseur ou de la densité de la couche rayonnante : il est évident cependant que toutes ces causes interviennent à la fois. Aussi l'analyse chimique ne peut-elle utiliser actuellement que les spectres de lignes brillantes, correspondant à de hautes températures. Pour ceux-là la détermination des raies est certaine, dès qu'elles sont suffisamment étroites.

La nébuleuse d'Andromède n'est pas la seule qui soit irrésoluble et donne un spectre continu : les deux nébuleuses Messier 81 et 82 de la grande Ourse sont dans le même cas. Au fond, il n'y a rien là de contradictoire. Le spectroscope nous renseigne sur l'état physique de la matière constitutive des astres ; mais il ne nous dit rien sur son mode d'agrégation. Un amas de globes gazeux donnerait un spectre de lignes, et serait résoluble ; une nébuleuse formée de particules solides ou liquides incandescentes, un véritable nuage, serait irrésoluble et donnerait un spectre continu.

Ces deux nébuleuses de la grande Ourse et la nébuleuse d'Andromède présentent un autre point de rapprochement : l'extrémité rouge de leurs spectres est excessivement réduite et très affaiblie. Le même phénomène se présente dans le spectre de l'amas d'Hercule et de plusieurs étoiles.

De plus, M. Huggins a reconnu, dans le spectre de l'amas d'Hercule, l'existence de lignes brillantes ; c'est-à-dire qu'il y a là en réalité deux spectres superposés : l'un continu, comme celui des liquides et des solides incandescents ; l'autre discontinu, comme celui des gaz.

Or, tout récemment (1), M. O. T. Sherman, astronome de l'observatoire de Yale College, aurait également découvert trois lignes brillantes dans le spectre de la nébuleuse d'Andromède. La plus réfrangible correspondrait à Hβ ; la seconde, qui aurait pour longueur d'onde 5312,5 semble être la ligne coronale 1474 K ; et la troisième, dont la longueur d'onde serait 5594,0 pourrait être la faible ligne observée par M. Young, dans le spectre de la couronne, pendant l'éclipse de 1869.

Que conclure de ces observations ? Bien peu de chose. Il est possible

(1) *Science*, vol. VI, n. 138, 141.

que la grande nébuleuse d'Andromède soit un immense nuage de matière pulvérulente mêlée à des gaz incandescents. Mais la connaissance certaine de sa constitution chimique nous est encore interdite.

Ce mystère serait-il à la veille d'être éclairci ?

Dans le courant du mois d'août dernier, une étoile nouvelle est apparue près du noyau de la nébuleuse. On peut fixer à un jour près la date de cette apparition.

Les observations faites au commencement d'août par M. Stuyvaert, de l'observatoire de Bruxelles, montrent que la nébuleuse ne présentait alors aucun centre lumineux bien défini. Du 6 au 15 août, plusieurs observateurs ont été frappés de l'éclat inaccoutumé de la nébuleuse ; mais aucun d'eux ne signale la présence de l'étoile nouvelle ; plusieurs affirment même qu'elle ne se voyait certainement pas le 15. De fait, on n'en trouve pas la moindre trace sur la photographie de la nébuleuse prise ce jour-là à Ealing (Londres) par M. Common.

Le 16, elle ne se montre pas encore à M. Tempel, qui observe la nébuleuse à Florence. Mais le lendemain, 17 août, M. Ludovic Gully, à Rouen, observant avec un télescope Foucault de $0^m,20$ d'ouverture, constate qu'une étoile semble avoir pris la place du noyau (1). Ce n'était vraisemblablement pas une illusion ; car, deux jours plus tard, le 19 août, M. I. Ward apercevait à son tour l'étoile nouvelle en Angleterre ; le lendemain, M. Hartwig la découvrait avec le réfracteur de Dorpat ; et, le 30 août, le baron de Spiessen, à Winkel, la signalait aux astronomes de Bonn qui vérifièrent l'observation le 1er septembre. Deux jours plus tard, les astronomes étaient avertis de ce phénomène par une circulaire de Dun Echt ; et les observations méthodiques commençaient. Nous allons les résumer.

Le 19 août, M. Ward estimait la nouvelle étoile de 9, 5 grandeur. Le 30, différents observateurs la jugent plus brillante : elle paraît de 6 ou de 7 grandeur. A partir du 31 août, son éclat semble rester le même pendant quelques jours. M. Hartwig, à Dorpat, l'estime de 7 grandeur ; M. Oppenheim, à Berlin, de 5 à 6 ; et M. Lamp, à Kiel, la trouve constamment de 7.4 ou de 7,2 du 31 août au 5 septembre. Ces déterminations s'accordent assez bien avec une foule d'autres, obtenues par différents observateurs, et qui varient entre 6, 5 et 7, 5.

Le 1er septembre, M. Ricco, à Palerme, constate que le spectre de l'étoile nouvelle est continu. Il soupçonne l'existence de bandes bril-

(1) *Ciel et Terre*, deuxième série, 1re année, p. 355.

lantes. La lumière de l'astre paraît jaune ou orangée à plusieurs observateurs ; sous un grossissement de 300, l'étoile semble granuleuse à M. Van Engelbordt.

Le 3 septembre, M. Huggins, à Londres, la trouve jaunâtre. Dans un spectroscope à faible dispersion, elle donne un spectre continu qui commence à C pour finir un peu au delà de F. Entre D et b, il y a une sorte de condensation de lumière qui semble indiquer la présence de lignes brillantes dans cette région du spectre. La même apparence persiste dans un spectroscope plus puissant. Elle se maintient les jours suivants. Le 9, le doute n'est plus possible : le spectre est double ; il y a des lignes brillantes entre D et b.

Quelques jours plus tard, lorsque l'étoile a perdu de son éclat, on constate qu'elle n'est pas au centre du noyau stellaire de la nébuleuse. Celui-ci, éclipsé sans doute les jours précédents par la lumière plus vive du nouvel astre, commence maintenant à réapparaître. Ce n'est donc pas ce noyau, comme on aurait pu le croire d'abord, qui s'est transformé subitement en étoile.

Rapprochons de suite de ce phénomène, et de l'illusion auquel il donnait lieu, un fait analogue observé en 1860 et sur lequel nous reviendrons tantôt. Le 21 mai de cette année, M. Luther, à Kœnigsberg, et M. Pogson, à Hartwell, constatent qu'une petite nébuleuse du Scorpion, Messier 80, a disparu et qu'une étoile de 7 grandeur a pris sa place. Le 10 juin, l'étoile avait disparu à son tour, et la nébuleuse était revenue à sa forme première qu'elle garde encore. Ce n'était donc pas la nébuleuse qui s'était subitement condensée : et il est permis de supposer qu'une étoile, appartenant à cet amas du Scorpion ou située entre lui et nous, avait subitement varié d'éclat et voilé, pendant quelques jours, la pâle lumière de la nébuleuse. Nous trouverions-nous aujourd'hui en présence d'un phénomène du même genre? Avant de répondre à cette question, achevons de résumer les observations de la nouvelle étoile.

Son spectre a été étudié aussi à Potsdam, par M. Vogel. A la limite du jaune et du vert, on découvre une *bande sombre*. Une seconde raie noire se voit dans le bleu, entre F et G ; et un éclat plus vif trahit peut-être la présence de lignes brillantes dans la région rouge et surtout dans la région jaune du spectre. L'étoile conserve son apparence stellaire avec un grossissement de 500.

M. de Konkoly a été frappé des cannelures qui sillonnent le spectre ; phénomène très fréquent pour les étoiles rouges (1).

(1) Au moment où nous écrivons cet article, une circulaire de Dun Echt,

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les observations spectrales. Elles ne s'accordent pas toujours très bien entre elles; mais les divergences peuvent provenir des conditions différentes dans lesquelles elles ont été faites. Des ouvertures inégales aux fentes des spectroscopes, par exemple, suffiraient à en expliquer plusieurs.

La position de l'étoile nouvelle a été comparée, par M. Bigourdant, à Paris, à celle d'une étoile de 11-12 grandeur qui précède la nébuleuse et dont plusieurs observateurs ont déterminé la différence d'ascension droite et de déclinaison avec le noyau de la nébuleuse (1). Il a trouvé, à la date du 6 septembre, entre cette étoile et la nouvelle

Angle de position. . . .	262°,53
Distance . . , . . .	1′ 48″,7

Ce qui donne

ΔAR	$9^s,47$
ΔD	14″,1

Pendant les premiers jours de septembre, l'étoile nouvelle apparaît toujours comme un point brillant nettement défini. Sa couleur est rougeâtre, et son éclat ne cesse de diminuer.

Le tableau suivant, malgré quelques irrégularités, montre bien cette extinction graduelle.

Septembre	6	8	11	12	14	15	16	17	18	20	28.
Grandeur	7,3	7,2	8,3	9,0	9,0	8,3	8,5	8,5	8,8	9,1	9,7.

Dès les premiers jours d'octobre, on voit nettement que le noyau de la nébuleuse existe toujours. Il est bien distinct de l'étoile, dont le disque, parfaitement net, perd de plus en plus de son éclat, et change de couleur. D'abord jaune, ensuite orangé, puis rougeâtre, il est devenu blanc en passant par une teinte légèrement bleuâtre.

n. 104, annonce la découverte d'une étoile nouvelle dans la constellation d'Orion : AR $5^h48^m59^s$; D + 20° 9′,4. Son spectre appartient à la classe III, section *a* de Vogel ; il est sillonné de cannelures produites par une série de bandes noires sur un fond éclairé. Ces bandes, au nombre de sept au moins, sont nettement terminées du côté du violet et s'estompent en s'affaiblissant du côté du rouge. Le spectre est remarquable par l'éclat du rouge et de l'orangé ; la partie la plus réfrangible se prolonge très loin. Tous ces traits rapprochent l'étoile nouvelle de *Mira Ceti*, dont le spectre est également sillonné par des cannelures dans toute son étendue. Il est probable que l'étoile d'Orion n'est pas une étoile temporaire, mais une variable non reconnue jusqu'ici. *Nature*, t. XXXIII, décembre 24, 1885, p. 185; *Comptes rendus*, t. CI, 28 décembre 1885, p. 1444.

(1) *Bulletin astronomique*, t. II (septembre 1885), p. 452.

Achevons de dresser le tableau de ses grandeurs successives :

Octobre	1	7	9	14	16	25.
Grandeur	10,4	10,8	11,2	11,3	11,5	11,5.

Le 16 novembre, c'est à grand'peine que nous l'apercevions encore dans le réfracteur de 6 pouces de l'observatoire du collège de la compagnie de Jésus, à Louvain ; et les premiers jours de décembre elle avait complètement disparu pour nous.

Voilà les faits principaux recueillis par l'observation. Quelle interprétation peut-on leur donner ?

Les étoiles temporaires et les étoiles variables. — L'apparition d'une étoile nouvelle n'est pas un fait isolé dans les annales de l'astronomie. On en cite une vingtaine depuis celle qui, vers l'an 130 avant notre ère, détermina Hipparque, au témoignage de Pline, à entreprendre son catalogue. Bornons-nous à rappeler ici les plus célèbres.

En 1572, une étoile, plus éclatante que Véga et Sirius, apparut subitement dans la constellation de Cassiopée. Tycho-Brahé écrit longuement son histoire au premier livre de ses *Progymnasmata*. Elle brilla pendant 17 mois, de novembre 1572 à mars 1573 ; s'éteignit graduellement, et se colora successivement, comme l'étoile d'Andromède, en jaune, en rouge et en blanc. On voit aujourd'hui, tout près de la position assignée par Argelander à l'étoile de Tycho, une petite étoile variable qui n'est autre peut-être que cet astre déchu.

La constellation d'Ophiuchus fut témoin, en 1604, d'un phénomène semblable. Cette nouvelle étoile, découverte par Brunowski, élève de Képler, a eu cet illustre astronome pour historien : Képler. *De stella nova in pede Serpentarii.*

Presque aussi brillante que l'étoile de 1572, elle s'éteignit, comme elle, graduellement ; et disparut en janvier 1606. Tycho-Brahé regarde l'étoile nouvelle de Cassiopée comme formée de la substance éthérée de la voie lactée. Képler suppose que celle d'Ophiuchus a été engendrée par une matière subtile qui remplit l'espace.

Cette opinion, que les astres sont formés par la condensation progressive d'une masse primitive très légère et disséminée dans l'espace, est très ancienne : elle était enseignée déjà par Anaximène et l'école ionienne. Mais il faut arriver à W. Herschel pour trouver l'existence de la matière nébuleuse établie sur des données d'observation. C'est en 1811 que cet illustre astronome publia le mémoire où il expose son hypothèse sur la transformation des nébuleuses en étoiles. Mais dans

ces sublimes spéculations d'Herschel, comme dans celles de Wright, de Kant, de Lambert, de Laplace et de M. Faye, il s'agit de transformations lentes et progressives, dont les nébuleuses planétaires et les nébuleuses en spirales, avec leurs foyers de condensation au centre et sur les branches, nous offrent peut-être les différentes phases. De fait, la connaissance du lien qui rattache les nébuleuses aux étoiles est encore un secret pour nous ; la question même de la variabilité des nébuleuses reste un mystère ; mais, en tous cas, une transformation subite, une condensation instantanée et passagère ne se conçoit pas.

Le 28 avril 1848, Hind découvrit une étoile orangée de 5 grandeur dans la constellation d'Ophiuchus. Le 23 mai, le nouvel astre avait déjà diminué d'éclat et changé de couleur : il était rouge et de 6,5 grandeur. Il descendit graduellement jusqu'à la 11 grandeur. On le voit encore aujourd'hui ; et on l'a rangé parmi les étoiles variables.

L'histoire de l'étoile qui brilla subitement, le 12 mai 1866, dans la Couronne, est plus instructive. Le jour de sa découverte, elle fut estimée de 2 grandeur. Mais son éclat décrut aussitôt, d'abord assez rapidement, à raison d'une demi-grandeur par jour jusqu'au 20 mai ; puis plus lentement jusqu'à la fin de juin. Elle était alors de 9 grandeur et resta stationnaire ; on la voit encore aujourd'hui.

On reconnut bientôt que cet astre n'était pas nouveau dans la stricte acception du mot. C'était une étoile ancienne de 9 grandeur, le n. 2765 du grand catalogue d'Argelander. Invisible jusque-là à l'œil nu, elle avait présenté un phénomène subit d'exaltation d'éclat pour revenir bientôt à son état primitif.

C'est la première étoile temporaire qu'on ait étudiée au spectroscope. M. Huggins lui trouva un double spectre : l'un continu, analogue à celui du soleil ; l'autre formé de cinq lignes brillantes. Cette révélation n'indique-t-elle pas que cet astre, déjà refroidi, avait été le théâtre d'une explosion formidable, et s'était trouvé subitement enveloppé des flammes du gaz en combustion ?

C'est un incendie semblable, sans doute, qui fit apparaître l'étoile plus extraordinaire encore que J. Schmidt découvrit dans la constellation du Cygne, le 24 novembre 1876. Elle brillait alors comme une étoile de 3 grandeur ; quelques jours plus tard, elle était descendue à la quatrième. Elle continua de décroître rapidement, tombant bientôt au-dessous de la 8 grandeur. Actuellement elle est de 12 ; et *présente l'aspect d'une petite nébuleuse.*

Au moment de sa découverte, elle avait aussi un double spectre ;

mais, peu à peu, le spectre continu et la plupart des lignes brillantes disparurent, laissant une seule ligne visible, qui paraît coïncider avec la ligne verte des nébuleuses. Voilà donc, à l'inverse de ce que veut l'hypothèse nébulaire, une étoile qui semble se transformer en nébuleuse planétaire ! Mais il n'y a là vraisemblablement qu'une illusion. On peut imaginer qu'il y avait, dans cette partie du ciel, une petite nébuleuse inconnue des astronomes. Une étoile variable située dans la même région du ciel, appartenant à cette nébuleuse ou placée entre elle et nous, aura varié subitement d'éclat, et attiré par là l'attention des observateurs. La lumière de cette étoile, d'abord beaucoup plus vive que celle de la nébuleuse, aura voilé complètement celle-ci : et c'est son spectre que l'on aura observé d'abord. Mais peu à peu l'étoile venant à s'éteindre, il ne sera plus resté dans le champ de l'instrument que la petite nébuleuse que cette étoile variable avait fait découvrir.

Nous pourrions allonger cette liste d'étoiles temporaires apparues antérieurement. Leur histoire ressemble de tous points à celle de la nouvelle étoile d'Andromède. En les rapprochant, on se convainc facilement que tous ces faits sont du même ordre. Mais il est bien difficile de les interpréter.

Remarquons d'abord que ni les dessins de la nébuleuse d'Andromède faits par Bond, Trouvelot et Perry, ni ceux que prit Schmidt, à Athènes, de 1860 à 1872, n'offrent la moindre trace de l'étoile nouvelle, qui ne correspond, par sa position, à aucune des étoiles figurées sur la carte de la nébuleuse dressée par M. Trouvelot en 1874. Si elle existait alors, ce qui est fort probable, il fallait qu'elle fût certainement au-dessous de la 16-17 grandeur pour avoir échappé au grand réfracteur de Harvard College. Elle est vraisemblablement revenue aujourd'hui à son état primitif, car elle a disparu sans laisser la moindre trace visible.

Maintenant que sa lumière est éteinte, on constate que le noyau de la nébuleuse est resté ce qu'il était auparavant. Plusieurs astronomes, il est vrai, ont cru reconnaître des changements dans la nébuleuse elle-même. « Le fait est délicat et très difficile à constater, dit M. Trouvelot ; même pour ceux qui ont fait une étude de la nébuleuse et la connaissent parfaitement (1). » Ce qui paraît certain, c'est que les changements considérables qu'on avait cru remarquer d'abord n'étaient qu'apparents ; ils avaient pour cause l'éclat de l'étoile nouvelle qui

(1) L'Astronomie, 4e année, n. 11 (novembre 1885) : *L'étoile nouvellement allumée dans la grande nébuleuse d'Andromède*, pp. 403-407.

éclipsait la lumière plus pâle de la nébuleuse et donnait, par là même, à celle-ci un aspect tout différent. Il semble donc peu probable que l'étoile nouvelle se soit formée aux dépens de la nébuleuse.

Appartient-elle au moins à la nébuleuse ; est-elle en connexion physique avec elle, ou en est-elle tout à fait indépendante ? Il est bien difficile de trancher cette question.

Sur la carte entière de la nébuleuse d'Andromède publiée dans les *Annals of the Harvard College observatory*, vol. VIII, part. 1, pl. 33, on compte 1283 étoiles comprises entre la 10 et la 17 grandeur. « Ces étoiles, en général fort petites et assez serrées, dit M. Trouvelot, ressemblent beaucoup en cela aux étoiles qui composent le Voie lactée. Or, la nébuleuse d'Andromède est très rapprochée de la Voie lactée, et il résulte même d'une étude que je fis de la Galaxie en 1875, que cette nébuleuse est comprise dans sa bordure, qui s'avance même encore un peu au delà vers le sud.

» Si l'on étudie, d'après ma carte, la distribution des étoiles sur cette nébuleuse, on reconnaît que, pour des surfaces égales, les étoiles sont de moins en moins nombreuses, à mesure qu'elles s'éloignent de la Voie lactée (1). » Il paraît donc probable que les étoiles visibles sur la nébuleuse d'Andromède appartiennent, sinon en totalité, du moins en grande partie à la région de la Voie lactée. Quant à la nébuleuse elle-même, elle peut très bien ne pas appartenir à cette région ; il existe même une bonne raison de croire qu'elle est située au delà, plus ou moins loin dans l'espace. En effet, si elle faisait partie de la Galaxie, ou si elle était située entre elle et nous, les étoiles qui se voient sur la nébuleuse, et qui semblent appartenir à la Voie lactée, seraient plongées dans la matière nébulaire, ou nous enverraient leur lumière à travers cette matière. Leurs contours paraîtraient donc diffus, et leurs disques voilés. Or, il n'en est rien. Toutes les étoiles visibles sur la nébuleuse d'Andromède ont des bords parfaitement arrêtés ; et l'étoile nouvelle se distinguait, comme toutes les autres, par la netteté de son contour. On est donc fondé à admettre que la nébuleuse d'Andromède est située au delà de la Voie lactée, et que les étoiles qui semblent lui appartenir appartiennent en grande partie à la Galaxie et sont situées entre la nébuleuse et nous.

Telles sont les conclusions auxquelles s'arrête M. Trouvelot. L'étude longue et minutieuse que le savant astronome a faite de la nébuleuse d'Andromède leur donne certainement un grand poids. Elles nous remet-

(1) Article cité, p. 406.

tent en mémoire une réflexion de J. Herschel sur les étoiles temporaires connues de son temps, réflexion qui conserve encore aujourd'hui toute sa justesse et semble confirmer les déductions de M. Trouvelot. Il est digne de remarque, dit le savant astronome anglais, dans ses *Outlines of astronomy*, que les étoiles temporaires dont on a pu déterminer la position, se sont toutes montrées sur les limites de la Voie lactée. Y aurait-il, dans cette région merveilleuse du ciel, des astres d'une constitution physique spéciale ?

M. Maunder, en Angleterre, ne partage pas la manière de voir de M. Trouvelot : il croit à la connexion physique de la nouvelle étoile avec la nébuleuse. Il base son opinion sur les transformations de la nébuleuse que plusieurs astronomes ont cru observer au moment de l'apparition de l'étoile nouvelle ; et sur le fait souvent constaté de l'association des étoiles temporaires avec les nébuleuses.

Ainsi l'étoile η du Navire, une des variables les plus capricieuses, est située au milieu d'un groupe d'étoiles et d'une vaste nébuleuse qui s'étale *dans une région très riche de la Voie lactée*. La nouvelle étoile du Cygne, en 1876, était aussi, comme nous l'avons vu tantôt, manifestement associée à une nébuleuse planétaire. L'observation si curieuse, que nous avons également rappelée dans cet article, touchant la nébuleuse Messier 80 du Scorpion et l'étoile temporaire observée par MM. Luther et Pogson, en 1860, fournit un troisième exemple d'une semblable liaison. Enfin, la petite nébuleuse découverte par Hind, en 1852, dans le Taureau, avec ses variations, au moins apparentes, et sa petite étoile variable présente aussi un cas très analogue.

Certes, il y a, dans ces coïncidences, un fait qui peut paraître singulier ; mais, comme nous le verrons tantôt, on en exagère peut-être la portée. Cependant, si l'on constatait que la nébuleuse d'Andromède s'est, de fait, transformée ; et si l'observation venait confirmer la découverte de M. O. T. Sherman touchant le spectre double de cette nébuleuse, dont deux au moins des lignes brillantes semblent avoir été vues aussi dans le spectre également double de l'étoile nouvelle, l'opinion de M. Maunder deviendrait très plausible.

On le voit, il est bien difficile de décider si la nouvelle étoile d'Andromède appartient à cette nébuleuse, ou s'il n'y a dans leur rapprochement qu'une simple coïncidence optique. Il est encore plus difficile de concevoir la constitution de cette étoile et d'expliquer le phénomène subit d'exaltation d'éclat que présentent les étoiles temporaires.

Frappés de la connexion que nous venons de rappeler, entre les nébuleuses et les étoiles temporaires, quelques astronomes ont émis récemment l'hypothèse que ces astres éphémères pourraient bien être des *étoiles filantes*, s'enflammant, non pas en pénétrant dans notre atmosphère, mais en traversant la masse gazeuse des nébuleuses. Cette opinion invoque l'apparition subite, les variations d'éclat et l'extinction plus ou moins rapide des étoiles temporaires. Elle donne une raison simple de la liaison qui semble rattacher ces étoiles aux nébuleuses. Elle explique assez bien le caractère propre de leur spectre double, qui accuse la présence d'un gaz incandescent mêlé à des particules solides ou liquides échauffées. Elle trouve même une confirmation dans la découverte étrange faite récemment par M. Denning, à Bristol, de *radiants fixes* de certains essaims météoriques. Mais tous ces avantages ne compensent pas les difficultés qu'elle soulève. Celle-ci, entre autres, semble lui enlever toute probabilité. Il est bien constaté que la plupart des étoiles temporaires ne se sont pas formées subitement à l'époque de leur apparition. Ces étoiles existaient ; plusieurs même avaient été cataloguées. Seulement, après être restées longtemps invisibles à l'œil nu, elles ont subi quelque cataclysme qui a décuplé tout à coup leur éclat. En s'éteignant, elles n'ont point complètement disparu du ciel ; elles n'ont fait que retrouver leur premier état. Ce n'est pas ainsi que naissent et disparaissent les météores ; ils n'existaient pas là où nous les apercevons ; et, en se montrant, ils se consument complètement, ou fuient sans retour. Tous les caractères propres aux étoiles nouvelles nous semblent les rapprocher bien plus des *étoiles variables* que des étoiles filantes. Plus on étudie, en effet, les circonstances qui accompagnent l'apparition d'une étoile temporaire, plus on se sent porté à admettre qu'il n'y a là que l'exagération plus ou moins altérée du phénomène des étoiles périodiques. Essayons de le montrer.

La première étoile périodique qu'on ait connue est *Omicron* de la Baleine ; ses variations d'éclat lui ont valu l'épithète de *Mira*.

Signalée par Fabricius, en 1596, elle fut revue en 1638, par Holward, qui la perdit quelque temps après, et la retrouva le 7 novembre 1639. « On la vit les années 1644, 45, 46, 47 et 48, dit Bailly, avec des alternatives de disparition et de renaissance, telles qu'on ne la vit jamais une année de suite. »

A cette époque, l'antique croyance à l'incorruptibilité des cieux, déjà battue en brèche par la découverte des taches du soleil, n'avait pas cependant entièrement disparu des esprits. Pour tout concilier,

Bouillaud imagina que cette étoile extraordinaire pourrait bien avoir une face obscure et une face brillante ; en tournant sur elle-même, comme le soleil, elle nous montrait alternativement ces deux faces. Il suffisait d'assigner une durée de trois cent trente et un jours à cette rotation pour expliquer les variations régulières de *Mira*.

Cette hypothèse séparait complètement les étoiles variables des étoiles temporaires. Aussi ne s'était-elle présentée ni à Tycho-Brahé, ni à Képler, pour expliquer l'apparition des étoiles nouvelles de 1572 et de 1604. Plus tard, Newton n'y recourut pas davantage. Il crut mieux faire d'appliquer aux étoiles nouvelles les idées qu'il s'était faites sur l'origine et la conservation de la chaleur solaire : il songea aux comètes qui parcourent l'espace et qui, en tombant sur ces soleils à moitié éteints, auraient ranimé leur combustion en lui fournissant des aliments nouveaux.

Ces conjectures très ingénieuses devaient disparaître devant les faits mieux observés. Depuis 1596, on a découvert un grand nombre d'étoiles périodiques, et on a beaucoup étudié leurs variations. Leurs périodes sont loin, le plus souvent, d'être aussi régulières que l'exigerait l'hypothèse de Bouillaud. Force fut donc de recourir à une conjecture plus souple. On imagina que des masses plus ou moins opaques, satellites, comètes ou planètes, circulaient autour des étoiles variables et venaient périodiquement s'interposer entre elles et nous.

Cette hypothèse, bien que très élastique, n'est pas applicable non plus aux étoiles nouvelles ; elle s'applique même bien difficilement à la plupart des étoiles variables connues aujourd'hui. Du reste, elle a perdu beaucoup de sa valeur depuis qu'on a reconnu que notre soleil lui-même est une étoile variable, dont les variations, très faibles sans doute, ne tiennent pas à une combinaison de mouvements astronomiques, mais simplement aux particularités de sa constitution physique.

Le fait de la périodicité des taches du soleil met donc sur la voie d'une explication moins arbitraire de la variabilité des étoiles : elle peut tenir à de simples phénomènes physiques. Cette fois, l'explication paraît pouvoir s'étendre aux étoiles temporaires.

Lorsqu'on parcourt les travaux qui ont fixé nos connaissances sur les étoiles variables, on y trouve une variété infinie de périodes. Les unes sont constantes, ou à peu près, comme celles d'Algol et de δ de Céphée ; d'autres irrégulières et capricieuses, comme celles de U des Gémeaux. Il est des étoibles variables qui reviennent sensiblement à la même grandeur à chacune de leurs excursions extrêmes ; d'autres oscillent entre des maxima et des minima variables. La durée de ces

oscillations est, pour les unes, de quelques jours, voire même de quelques heures ; pour d'autres, de plusieurs années ; celles-ci surtout sont irrégulières dans toutes leurs allures.

Cependant, au milieu de ces variétés, on découvre quelques caractères communs à presque toutes ces étoiles. C'est, d'abord, leur coloration rouge qui semble indiquer des soleils refroidis et près de s'éteindre. C'est encore la rapidité avec laquelle leur éclat augmente, et la lenteur relative avec laquelle il décroît ensuite. C'est enfin la longue durée du minimum, ou de la période d'invisibilité, comparée à la durée bien plus courte de leur exaltation lumineuse. Or tous ces caractères se retrouvent dans les étoiles temporaires ; et, en parcourant la liste des étoiles du ciel, on arrive aux étoiles nouvelles par des gradations presque insensibles. C'est ainsi qu'en parcourant une forêt nous y rencontrons des représentants de toutes les phases successives de la vie végétale, depuis le gland jusqu'au chêne. Les plaines du ciel nous offrent quelque chose de semblable touchant la vie des astres. Les étoiles à éclat sensiblement constant ; les étoiles à faibles variations périodiques ; les étoiles à périodes irrégulières ; celles qui s'éteigent presque dans leur minimum ; celles qui cessent de varier, mais reprennent subitement de l'éclat et s'affaiblissent de nouveau pour un temps très long ; enfin les étoiles presque éteintes qui, se rallumant convulsivement, brillent pendant quelques jours et disparaissent ; qu'est-ce autre chose que la série complète des phases successives de la vie de chacun des astres qui brillent au firmament ?

S'il est vrai que la chaleur et la lumière solaires sont dues à l'activité intérieure de l'astre, produisant des éruptions de gaz et de vapeurs métalliques qui se condensent et engendrent cette chaleur et cette lumière, notre soleil passera nécessairement par ces phases successives de radiation constante, de variabilité et d'extinction. Déjà il n'est plus au premier terme de cette série. Après avoir versé, pendant des milliers d'années, la chaleur et la lumière d'une façon constante et uniforme, il sent le refroidissement le saisir. Cet engourdissement, trop peu avancé encore pour arrêter la marche des courants ascendants et descendants qui entretiennent la photosphère, gêne cependant déjà cet échange entre les couches internes et la surface. L'activité intérieure l'emporte encore aujourd'hui ; elle lutte contre le refroidissement progressif ; et nous constatons le jeu régulier de ces deux actions contraires. C'est la période des variations régulières. Mais un jour viendra où, cette activité venant à faiblir, la photosphère ne s'étendra plus sur toute la surface ; le soleil s'encroûtera alors peu à peu ; et on

verra sa lumière croître et décroître pendant une période plus ou moins régulière, dépendant de la durée de sa rotation. Plus tard, l'épuisement devenant plus complet, cet astre, déjà bien affaibli, pâlira de plus en plus : il lancera des rayons colorés rouges ou bleus, signes avant-coureurs de son extinction; et ses variations perdront leur caractère périodique.

Alors, à chaque effondrement des couches incomplètement gazeuses qui formeront la photosphère épaissie, le soleil se rallumera convulsivement. L'afflux de matières gazeuses venues de l'intérieur avec une très haute température lui rendra, pour un temps, son ancien éclat; dans ces moments de crise, aussi longtemps que ces vapeurs et ces gaz resteront incandescents, il émettra une lumière analogue à celles des nébuleuses : on pourra voir s'étaler sur le spectre continu des particules solides et liquides, le spectre de lignes brillantes des gaz embrasés. Mais cet état d'exaltation lumineuse durera peu ; car en se répandant sur la surface de l'astre, ces gaz et ces vapeurs auront bientôt perdu, par le rayonnement, une chaleur qui n'est plus entretenue par la libre communication avec les couches internes ; ce ne sera qu'un incendie où l'activité du soleil achèvera de s'épuiser.

Cette histoire sera celle de toutes les étoiles ; et le ciel nous en offre simultanément toutes les phases, quand on considère à la fois tous les astres qui y brillent.

Telles sont, nous semble-t-il, les idées les plus justes que l'on puisse se former actuellement des étoiles variables et des étoiles temporaires. En les exposant, nous avons suivi pas à pas un travail déjà ancien, inspiré à M. Faye par l'étoile temporaire de 1866, et qui retrouve aujourd'hui son actualité (1). « En résumé, dit le savant astronome en terminant cet article, les étoiles dites nouvelles ne méritent pas ce nom: leur apparition presque subite n'est qu'une exagération du phénomène ordinaire des étoiles périodiquement variables, lequel répond lui-même à de simples oscillations plus ou moins sensibles dans le phénomène de la production et de l'entretien des photosphères de toutes les étoiles. Ces phénomènes, considérés comme successifs dans l'histoire d'une étoile prise à part, caractérisent les progrès de son refroidissement et le déclin de la phase que j'appellerai volontiers solaire ou photosphérique. Quand ils se produisent ainsi avec le caractère d'intermittences irrégulières de plus en plus séparées par de très longs intervalles de temps, ils sont les précurseurs de l'extinction définitive, ou du moins

(1) *Comptes rendus*, LXII, 1866. pp. 196 et 229.

de la formation d'une première croûte plus ou moins consistante. C'est pourquoi les phénomènes de ce genre ne se produisent que dans les astres d'un éclat déjà très faible et n'aboutissent jamais à doter le ciel d'une belle étoile de plus. »

Cette théorie rend bien compte de la plupart des faits observés ; mais il en est un qu'elle laisse complètement dans l'ombre : c'est le lien qui semble rattacher les étoiles temporaires aux nébuleuses et à la Voie lactée.

Nous le disions tantôt, ce fait n'a peut-être pas toute la portée qu'on serait tenté de lui attribuer d'abord. Car *toutes* les étoiles temporaires ne sont pas associées à des nébuleuses ou à des amas d'étoiles ; et il n'y a rien d'étrange à ce que la plupart le soient et aient été vues dans le voisinage de la Galaxie. N'est-ce pas, en effet, au sein des nébuleuses et des amas d'étoiles, n'est-ce pas dans la région de la Voie lactée, c'est-à-dire dans les parties du ciel les plus riches en étoiles, et où abondent par milliers les soleils de tout âge et de toute constitution, qu'on doit surtout en rencontrer l'un ou l'autre à l'agonie ? Ce fait singulier, au premier abord, semble donc très naturel. Si vous vouliez rencontrer un centenaire, ce n'est pas dans les campagnes dépeuplées, mais dans les centres populeux que vous iriez le chercher. Eh bien, si vous voulez courir la chance de découvrir un astre vieux et près de s'éteindre, cherchez-le dans les centres populeux du ciel.

Ce qui nous trompe, c'est le nom de *nouvelles* que nous donnons à ces étoiles. Rien au fond ne le justifie. Ces astres temporaires sont les vieillards du ciel ; ce que nous prenons pour leur naissance est un signe précurseur de leur mort.

Qui sait ? au moment où ce signe nous arrive, quand il nous fait dire et écrire qu'une *étoile nouvelle* vient de briller au ciel, cette étoile est peut-être, depuis des siècles, refroidie et éteinte ! W. Herschel, en parlant de la nébuleuse d'Andromède, fait cette remarque : « La partie brillante de cette nébuleuse approche de la nébulosité résoluble et commence à se colorer en rouge. Si j'en crois mes observations sur la grandeur et la couleur des nébuleuses, je suis porté à voir là un indice que la distance de cette partie colorée ne dépasserait pas 2000 fois la distance de Sirius, *does not exceed* 2000 *times the distance of Sirius.* » Cet euphémisme est charmant ! La lumière met plus de 6000 ans à franchir une telle distance... Il y a des siècles peut-être que l'étoile nouvelle d'Andromède est éteinte !

J. Thirion, S. J.

MINES.

L'exploitation du nickel à la Nouvelle-Calédonie. — Les gisements de nickel de la Nouvelle-Calédonie sont constitués par un hydrosilicate de nickel et de magnésie dont la découverte est due à M. J. Garnier ; d'où le nom de Garniérite qu'on lui a donné (1863). La teneur en nickel de ce minerai varie de 2 à 20 p. c.; on le trouve principalement sur la côte nord-est de l'île, au milieu de serpentines, euphotides, diorites, et à des altitudes comprises entre 200 et 500 mètres. Il se présente sous forme d'amas disséminés sur de grandes étendues et de filons dont la puissance varie de $0^m,50$ à 1 mètre.

Ce sont les amas qu'on a le plus exploités jusqu'ici ; ils ont peu de profondeur et sont constitués par des rognons de minerai empâtés dans une gangue d'argile ferrugineuse. Les filons, dont l'inclinaison est comprise entre 60 et 90 degrés, présentent cette particularité qu'ils s'appauvrissent et diminuent de puissance dès que l'on atteint une profondeur de 40 à 50 mètres. Ils n'ont d'ailleurs qu'une faible étendue en direction, car ils sont enclavés dans des pîtons peu épais et à flancs très escarpés.

Dans de telles conditions, ces gisements de nickel, considérés séparément, ne présentent qu'une faible importance, c'est à leur grand nombre qu'on doit de pouvoir les exploiter avantageusement,

Les méthodes appliquées à l'extraction de ces minerais ne présentent guère de particularités. L'exploitation se fait par carrières à ciel ouvert pour les gisements de surface ; pour les filons, après avoir mené des galeries suivant l'inclinaison et la direction, on procède au dépilage.

Le minerai extrait est cassé et trié au jour, puis mis dans de petits sacs. Ceux-ci, chargés dans des wagonnets, sont descendus dans la plaine par une série de plans inclinés automoteurs reliés par des paliers. Quand la tête du plan incliné supérieur n'aboutit pas au niveau de l'orifice de la mine, on transporte les sacs à dos de chevaux jusqu'au premier palier. Si les sinuosités trop abruptes du terrain ne permettent pas l'emploi de ce moyen, on amène les sacs au plan incliné par des câbles aériens sur lesquels ils circulent suspendus à une poulie à gorge.

Trois compagnies exploitent les gisements nickélifères de la Nouvelle-Calédonie : 1° la société française *le Nickel*, qui est la plus

importante ; 2° la société Ballande, de Bordeaux ; 3° la compagnie anglaise Sterling.

La production de la société *le Nickel* a dépassé 6000 tonnes de minerai en 1883 ; elle avait atteint près de 4000 tonnes à la fin du premier semestre de 1884.

Le prix de revient de la tonne varie de 70 à 75 francs, non compris le transport par bateaux jusqu'à Nouméa, où se trouve la seule usine de fusion de la colonie (1).

Le transport mécanique à l'intérieur des mines. — L'application des moyens mécaniques au transport souterrain prend chaque jour de nouveaux développements. Ce progrès est dû à plusieurs causes : l'augmentation de plus en plus considérable de la production par siège ; la profondeur toujours croissante des puits, par suite du déhouillement des étages supérieurs ; la mise en exploitation des régions houillères situées sous une épaisseur considérable de morts-terrains aquifères et difficiles à traverser. Ces diverses circonstances concourent à diminuer e nombre des puits dans une concession donnée et à augmenter l'étendue de leurs champs d'exploitation ; de là la nécessité, pour chacun de ces puits, d'un transport mécanique intérieur capable de desservir de nombreux chantiers.

Quand ce transport ne s'effectue pas à l'aide de la pesanteur, par plans inclinés automoteurs, on se sert le plus souvent de machines fixes actionnant des câbles. Des divers agents qu'on a employés ou proposés pour mettre en mouvement ces machines, la vapeur et l'air comprimé sont actuellement les plus pratiques. Au point de vue de l'économie du combustible et de la simplicité d'installation, l'emploi direct de la vapeur est préférable à l'air comprimé toutes les fois que celui-ci n'est pas imposé par les circonstances. La vapeur est alors fournie par un générateur placé soit au fond, soit à la surface, d'où elle est amenée au moteur par une conduite. Dans la plupart des cas, le premier système présente de sérieux inconvénients : creusement d'une vaste excavation pour loger les chaudières, température élevée autour des générateurs, danger des incendies et des explosions, difficultés pour l'alimentation et les réparations et pour la surveillance des appareils de sûreté (2). Ce sont ces considérations qui font accorder l'avantage aux machines à vapeur souterraines alimentées par des générateurs

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, 1885, 1re livraison.

(2) Nous avons cependant visité dans le Hainaut plusieurs installations de ce système où l'on a pu éviter les inconvénients qu'on lui reproche.

installés à la surface. Le défaut le plus sérieux qu'on leur ait attribué est la condensation inévitable dans une longue conduite, surtout lorsque l'appareil moteur est fort éloigné des puits. Les expériences faites à la houillère de Bezenet (Allier) ont démontré que cette condensation est moins grande qu'on ne l'avait généralement supposé. En enveloppant la conduite de vapeur d'une couche de ciment imperméable à la chaleur et maintenue par une chemise en tôle mince, on est parvenu dans cette mine, à abaisser au chiffre de 15 p. c. la proportion, en poids, de vapeur condensée (1).

Les gîtes de charbon de l'île de Formose. — Cette île renferme deux bassins houillers bien distincts. Le mieux connu, celui qui est situé presque entièrement au sud de la rivière de Kelung, appartient à l'époque tertiaire. Les stampes sont constituées par d'épais bancs de grès jaunes avec schistes bleus, schistes bleu foncé argileux, calcaires rugueux et minces lits de minerai de fer.

D'après les caractères paléontologiques, ce bassin doit être classé dans le terrain miocène.

L'autre bassin est situé à 16 kilomètres au nord de Kelung, et paraît appartenir au véritable terrain houiller de l'époque primaire. Les dispositions hostiles des habitants n'ont pas permis jusqu'ici de bien reconnaître la géologie de cette région.

Le bassin houiller tertiaire de Kelung comprend quatre couches exploitables, dont les épaisseurs sont respectivement $1^{m}35$, $1^{m}05$, $0^{m}75$, $0^{m}50$. On évalue à 12 ou 15 millions de tonnes la quantité de houille qu'on peut en retirer. Cette houille contient en moyenne 50 p. c. de matières volatiles, 46 de carbone, 4 de cendres.

Depuis longtemps déjà, les indigènes exploitent les affleurements de ces couches par la méthode rudimentaire des piliers abandonnés ; leurs travaux n'ont pas été poussés au-dessous du niveau des vallées.

Vers 1877, le gouvernement chinois y établit une houillère, comprenant deux puits, et dont la production, en 1882, s'élevait à 74 000 tonnes. Elle est pourvue de l'outillage moderne : machine d'extraction, ventilateur Guibal, traînage mécanique. Un chemin de fer conduit les produits au port d'embarquement (2).

Les gisements de phosphate de chaux du centre de la France. — L'emploi du phosphate de chaux en agriculture a pris depuis plu-

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, 1885, 2e livraison.
(2) *Annales des Mines*, 1885, 3e livraison.

sieurs années une extension qui s'accroît encore de jour en jour et qui provoque d'actives recherches géologiques.

Les explorations entreprises dans le centre de la France y ont amené la découverte d'un certain nombre de niveaux phosphatés, et ont démontré que cette substance si précieuse pour l'agriculture existe dans les terrains stratifiés en plus grande quantité qu'on ne le pense généralement. Ces gisements sont souvent en connexion avec des horizons ferrugineux ou fossilifères ; ils sont intercalés à diverses hauteurs, dans des assises appartenant aux périodes liasique, oolithique et crétacée. Plusieurs sont exploitables, ceux qui ne le sont pas peuvent le devenir dans d'autres contrées.

La substance phosphatée de ces gîtes s'y trouve sous forme de fossiles et de nodules dont la richesse en phosphate de chaux est souvent comprise entre 20 et 80 pour 100. On y a constaté la présence du fluor, qui est ordinairement accompagné d'une petite quantité d'iode. Ils renferment également du carbone et même une très faible proportion d'azote.

L'exploitation de ces gisements s'opère généralement par des tranchées de longueur variable, ayant environ 2 mètres de largeur et 2 de profondeur. La couche de nodules, mise à découvert, est abattue par tranches verticales préalablement souscavées. Les déblais qui recouvrent la couche sont rejetés en arrière pour remblayer les vides produits par l'exploitation.

On sépare les nodules de leurs gangues par le criblage ou par le lavage. Dans la première méthode, on se contente de les étaler en couche mince sur le sol, en les retournant plusieurs fois avec un rateau. Lorsqu'ils sont desséchés, ils passent au crible, qui détermine la séparation de la gangue argileuse.

Le lavage se fait, soit à l'eau courante quand on dispose d'un ruisseau voisin, soit dans un bassin. Dans ce dernier cas on se sert, pour le débourbage, d'un procédé assez primitif. Il consiste à plonger dans l'eau, à diverses reprises, une caisse en tôle perforée contenant les nodules à laver.

Après avoir subi l'opération du lavage, les nodules sont apportés aux concasseurs, puis aux meules, qui les réduisent en fine poussière. On applique alors à cette poussière un traitement chimique qui transforme le phosphate tribasique, insoluble, en phosphate acide ou superphosphate, soluble dans l'eau et facilement assimilable par les plantes.

Pour expliquer la présence des gîtes de phosphate de chaux intercalés dans les terrains stratifiés, on admet généralement que cette

substance existait dans les mers à l'état de dissolution. Une faune abondante peuplait ces eaux, où la présence de l'acide phosphorique et du fer créait des conditions favorables au développement de la vie. La matière organisée favorisa, par suite, la précipitation du phosphate, dont l'excès se déposa sous forme de nodules. Quant à l'origine première de ce phosphate, elle n'est pas encore bien établie (1). Certains géologues supposent qu'elle provient de débris animaux qui se seraient accumulés en divers points, dans des conditions spéciales analogues à celles qui, aujourd'hui encore, donnent lieu aux amas considérables de guano. Des eaux acides auraient dissous le phosphate de chaux de ces débris et l'auraient amené à la mer.

Une autre explication, peut-être plus rapprochée de la vérité, consiste à attribuer au phosphate de chaux une origine interne. Des eaux chargées d'acide carbonique l'auraient enlevé, par dissolution, soit à d'anciens filons d'apatite, soit aux roches cristallines et sédimentaires, qui contiennent toutes une certaine proportion de phosphore. Ces sources, en se faisant jour à travers les fissures de l'écorce du globe, auraient apporté à la mer tout le phosphate qu'elles contenaient en solution (2).

L'exploitation du pétrole et de la cire minérale en Galicie. — La région pétrolifère de la Galicie occupe une longue bande située au nord de la chaîne des Carpathes, et se développant parallèlement à cette crête sur une étendue de 360 à 400 kilomètres ; sa largeur mesure 3 à 4 kilomètres.

On y rencontre le pétrole dans trois formations géologiques : le crétacé supérieur, l'éocène et le miocène. Le pétrole de l'éocène existe à deux niveaux différents ; dans le miocène, il est souvent accompagné de cire minérale ou ozokérite. On sait que cette substance est aussi un carbure d'hydrogène, dans lequel le carbone entre pour 86 parties sur 100, et dont la consistance est demi-solide.

Le liquide bitumineux remplit les fissures de couches de grès alternant avec des marnes schisteuses.

L'extraction du pétrole s'opère par deux procédés : par puits ou par sondages. Des treuils à bras d'hommes desservent les puits ; le creu-

(1) « Les nodules paraissent provenir d'une concentration de phosphate de chaux autour de corps organiques en décomposition, spongiaires, bois fossiles, tests calcaires de coquilles. Quant à l'origine première du phosphate, il est difficile de l'indiquer avec certitude. » (A. de Lapparent, *Traité de Géologie*, 1re édition, p. 921).

(2) *Annales des Mines*, 1885, 3e livraison.

sement des trous de sonde s'exécute au moyen d'appareils à chute libre.

Dès que le gîte est atteint, on en épuise le pétrole jusqu'à cessation de la venue ; on approfondit ensuite pour recouper et exploiter de la même manière le niveau pétrolifère situé plus bas. On est arrivé ainsi, par des approfondissements successifs, à des profondeurs assez considérables ; le sondage de Ropianka, notamment, a été porté à 350 mètres. Cependant les gisements les plus profonds ne sont pas encore atteints, et il est probable que les plus riches sont situés à de plus grandes distances de la surface. C'est ce que porte à croire l'augmentation du rendement des couches bitumineuses au fur et à mesure que l'on s'avance en profondeur. D'autre part, comme il existe beaucoup de sources non encore exploitées, on peut dire que l'Europe n'a rien à craindre de l'épuisement des régions pétrolifères de l'Amérique.

La cire minérale de la Galicie s'exploite par des procédés analogues à ceux qui sont suivis dans les mines métalliques et dans les mines de houille. Pour mettre un gîte en exploitation, on creuse un puits muni d'une machine à vapeur pour l'extraction. Des galeries aboutissant à la base du puits vont recouper les couches renfermant l'ozokérite ; cette substance s'y trouve enveloppée de schistes qui la rendent terreuse et facilitent son extraction. Les galeries de recoupe servent de voies de roulage pour le transport des produits jusqu'au puits. Les puits et appareils d'épuisement et de ventilation desservent à la fois plusieurs sièges d'extraction et de nombreux chantiers.

Ces procédés modernes d'exploitation ont été substitués depuis quelques années seulement aux anciennes méthodes qu'on suivait dans ces mines. Auparavant, on n'y creusait que de petits puits offrant peu de stabilité : le transport intérieur des produits s'effectuait par des galeries d'exploitation tracées dans le gîte même et, par suite, difficiles et coûteuses à entretenir ; enfin la ventilation, spéciale pour chaque puits, alimentait des chantiers peu développés et d'une faible production. Il s'est donc produit, dans l'exploitation de ces gisements d'ozokérite, la même transformation qui s'est réalisée plus tôt, mais moins rapidement, dans les mines de houille de nos contrées (1).

La pression atmosphérique et les explosions de grisou dans les mines de houille. — On a souvent discuté depuis quelques années l'in-

(1) *Revue universelle des Mines*, juillet et août 1885.

fluence de la pression barométrique sur le dégagement du grisou dans les mines. La plupart des ingénieurs admettent qu'à toute dépression barométrique correspond une augmentation de la quantité de grisou qui se dégage soit des fronts de tailles, soit des remblais et des galeries abandonnées où s'est accumulé le gaz explosible.

En Angleterre, des praticiens renommés ont contesté la réalité de ce fait, malgré la probabilité qu'il présente *à priori*. Ils appuyaient leur opinion sur des statistisques suivant lesquelles de nombreuses explosions se seraient produites alors que le baromètre montait.

Ces faits, s'ils sont exacts, ne prouvent rien contre l'influence attribuée aux dépressions atmosphériques. Une augmentation dans la hauteur du baromètre est souvent précédée d'une dépression qui accroît nécessairement la proportion de grisou dans l'air de la mine : si le baromètre monte ensuite, cette modification de la pression atmosphérique ne neutralise pas immédiatement les effets de la dépression. D'ailleurs une explosion peut provenir aussi de causes spéciales telles que la rencontre d'un « soufflard » par un travers-banc en creusement. ou un aérage défectueux qui ne dilue pas suffisamment le grisou dégagé aux fronts de tailles. Ces considérations montrent que l'objection précitée n'a pas d'importance et ne détruit aucunement l'opinion généralement admise.

Des expériences ont été entreprises récemment aux mines de Karwin, en Autriche, afin de résoudre la question d'une manière scientifique et décisive. Elles ont démontré que, « chaque fois que le baromètre baisse, la proportion de grisou augmente dans l'atmosphère de la mine ». En appliquant les conclusions obtenues, le rapport de ces expériences établit que, « des cinq explosions importantes survenues dans ces derniers temps, quatre se sont produites quand la hauteur de la colonne barométrique diminuait (1) ». Il est donc d'une grande utilité que toute mine à grisou soit munie d'un bon baromètre placé à la portée des employés et de l'ingénieur de la mine (2).

V. L.

(1) Celles d'Ostrau (8 octobre 1884), de Karwin (6 mars 1885), de Saarbrücken (18 mars 1885), de Clifton Hall (18 juin 1885). Celle de Dombrau (27 mars 1885) est attribuée aux poussières charbonneuses.

(2) *Iron and coal*, 4 décembre 1885.

SCIENCES INDUSTRIELLES.

—

Situation économique de l'industrie houillère et métallurgique. — L'état de crise s'aggrave de jour en jour. Au lieu de suivre sa marche ascensionnelle, la production industrielle se rétrécit presque partout ; les salaires et les bénéfices diminuent ; les industries qui se trouvent dans les conditions les moins avantageuses cessent tour à tour leurs travaux, et les autres sont obligées, pour pouvoir se soutenir, de s'astreindre à la plus stricte économie.

Houille. — Le prix de la houille, qui avait baissé de 1874 à 1878 pour se relever jusqu'en 1881, n'a depuis cessé de redescendre.

La production belge (18 051 499 tonnes) en 1884 a baissé par rapport à celle de 1883. Le prix de vente moyen (9 fr. 53) a également été inférieur à celui de l'année précédente : ce sont principalement les diverses classes de charbons industriels qui ont subi une dépréciation notable (de 0 fr. 50 à 1 fr. la tonne). Heureusement est-on parvenu à abaisser aussi le prix de revient moyen (9 fr. 18 la tonne en 1884), de sorte que l'on a pu réaliser un bénéfice moyen de 0 fr. 35 par tonne. Le salaire de l'ouvrier s'est élevé par tonne de houille produite à 5 fr. 34 ; le salaire journalier moyen des 105 182 ouvriers occupés en 1884 a été de 3 fr. 07. Depuis 1861, il y a eu aux charbonnages belges un bénéfice général sur toutes les années, sauf en 1877, 1878, 1879 et 1881. Le bénéfice maximum, en 1873, a été de fr. 5,93 la tonne ; la perte maximum, en 1878, de fr. 0,10 la tonne. Actuellement il paraît que dans le bassin de Liège, sur 50 charbonnages, il y en a seulement 8 ou 9 qui ne soient pas en perte.

Les charbons allemands gagnent du terrain à l'étranger et notamment en Italie. Aussi la production en 1884 a-t-elle pu se maintenir et même augmenter un peu, de 2 1/2 p. c., dans les divers districts (Dortmund, Breslau, Bonn, Clausthal et Halle). Dans le courant de l'année dernière, il s'est formé entre les producteurs de charbon gras du district de Dortmund un syndicat en vue de diminuer la production (28 403 258 tonnes en 1884).

Les charbonnages de la Grande-Bretagne ont réduit leur extraction (160 568 000 tonnes en 1884), les exportations diminuant notamment vers la Russie où des droits protecteurs élevés ont été établis.

La consommation de la houille de la Grande-Bretagne se partage comme suit :

Fabrication du fer et de l'acier	30,0 p. c.
Usages domestiques	17,2 —
Machines à vapeur	12,1 —
Exportation	9,2 —
Exploitation des mines	6,7 —
Fabrication du gaz	6,0 —
Navigation à vapeur	3,0 —
Chemins de fer	2,0 —
Industries diverses	13,8 —
	100,0 —

En France on a vu en 1884, pour la première fois depuis trente ans, diminuer la production de la houille (Nord : 3 401 375 tonnes, Pas-de-Calais : 6 029 129 tonnes). Par contre, les importations par la frontière nord-est augmentent. La moyenne des salaires par tonne dans les 40 charbonnages du département du Nord a été de fr. 5,25 en 1884 (contre 5,69 en 1883); le prix de vente moyen de fr. 10,20 (11,26 en 1883). Dans le Pas-de-Calais on chôme généralement un jour ou deux par semaine.

La production de houille, anthracite, etc., aux États-Unis, a été en 1884 supérieure à celle de 1883 (106 906 295 tonnes contre 95 800 000).

L'extraction de la houille prend en Russie de grands développements, particulièrement dans le bassin du Donetz et dans le bassin transcaucasien. Celui-ci va être relié par un chemin de fer à l'embranchement de Batoum de la ligne transcaucasienne. Des essais comparatifs de la houille du Donetz et des meilleurs charbons de Newcastle ont montré que la première ne le cède en rien aux seconds pour le travail des forges, et qu'elle lui est supérieure pour le chauffage des chaudières à vapeur : la vaporisation est de 19 p. c. plus forte. Mais les frais de chargement et de transport par chemin de fer jusqu'à Odessa sont trop élevés pour pouvoir vaincre encore la concurrence anglaise sur ce marché.

Produits sidérurgiques. — Il faut noter d'abord l'essor nouveau donné à la production de l'acier par l'application de plus en plus générale du procédé Thomas. Il existait, à la fin de 1884, 32 aciéries Thomas avec 85 convertisseurs basiques.

Les cours des divers produits sidérurgiques ont baissé constamment durant toute l'année 1884, et cette baisse s'est continuée en 1885. Depuis 1879 les prix n'étaient plus tombés si bas. Il s'est constitué

récemment un syndicat anglo-germano-belge pour enrayer cette baisse de prix, au moins en ce qui concerne l'acier.

En Belgique, la fonte de moulage luxembourgeoise n° 3 est aujourd'hui à fr. 47 les 100 k., les fers n° 1 à 100 fr., les rails d'acier à 116 francs.

L'Allemagne est toujours un des pays qui se ressentent le moins de la crise actuelle ; sa production en fonte (3 583 315 tonnes), fer (1 112 081 tonnes) et acier (1 483 906 tonnes) s'est encore accrue en 1884. Elle doit principalement ce résultat à ses tarifs protecteurs, au taux peu élevé des salaires et à l'application du procédé Thomas : elle possède 41 convertisseurs de ce système. La situation est particulièrement satisfaisante en Silésie, où l'on compte 33 hauts-fourneaux en activité. Néanmoins un syndicat s'est formé dernièrement dans le but de réduire la production.

La sidérurgie se développe en Autriche-Hongrie. Déjà cette monarchie se suffit à peu près à elle-même; et elle commence à fournir de ses produits à la Serbie, à la Roumanie, etc. Il y a eu, en 1884, 131 fourneaux à feu, et la production de fonte a été de 539 261 tonnes. Les principaux districts producteurs sont : la Styrie et la Carinthie, — la Bohême, la Moravie et la Silésie, — la Haute-Hongrie, — le Banat et la Transylvanie.

La France (départements de Meurthe-et-Moselle, du Nord, etc.) souffre beaucoup du malaise actuel. Sa production de fonte (1 855 347 tonnes), de fer (877 826 tonnes) et d'acier (509 516 tonnes) en 1884 est en baisse par rapport à celle de 1883.

La situation de l'industrie sidérurgique dans la Grande-Bretagne est fort précaire. L'exportation va toujours diminuant, notamment vers la Russie, l'Allemagne, la France, la Belgique, l'Italie, l'Espagne, etc. ; aussi annonce-t-on à chaque instant l'extinction de nouveaux hauts-fourneaux. Les prix sont tombés très bas : la fonte Cleveland G. M. B. n° 3 qui, il y a un an, valait encore 37 sh., se vend aujourd'hui 32 à 33 sh. ; et le prix du fer a baissé durant le même espace de temps de 10 sh. à la tonne. Les salaires ont presque partout subi de nouvelles réductions. La construction des navires a très mal marché durant les années 1884 et 1885 : le tonnage des navires lancés dans les principaux ports, qui avait été de plus d'un million de tonnes en 1883, est descendu en 1884 à 600 000 tonnes : or, à 1 tonne de tonnage, correspondent environ 1700 kilos de fer ou d'acier employés à la construction. L'acier est de plus en plus en vogue pour les blindages et les cornières.

Aux États-Unis, un très grand nombre d'usines sont fermées. On ne compte plus que 233 hauts-fourneaux à feu, sur 675. La production de fonte en 1884 (3 835 191 tonnes) a été de 16 1/2 p. c. inférieure à celle de 1883 ; celle du fer et de l'acier s'est élevée à 3 500 000 tonnes. Les importations ont également diminué : c'est que, à partir de 1884, on a construit beaucoup moins de voies ferrées que les années précédentes. D'après M. Swank, la fabrication de la fonte aux États-Unis a absorbé en 1884 environ 150 p. c. de son poids de combustible ; et celle du fer et de l'acier 130 p. c. de leur poids.

L'industrie sidérurgique fait des progrès en Russie. Ce pays possède aujourd'hui 250 hauts-fourneaux pouvant produire 405 000 tonnes de fonte par an, 250 laminoirs et 187 fabriques de machines. De nouveaux centres sidérurgiques se créent dans le bassin du Donetz et ailleurs. De forts droits d'entrée protègent désormais l'industrie nationale.

Non contente d'extraire du minerai en grande quantité (3 972 417 tonnes exportées en 1884), l'Espagne a pris rang parmi les pays producteurs de fer. Depuis quelques années la Catalogne et les Asturies possèdent des hauts-fourneaux et des laminoirs ; et récemment encore on a inauguré trois hauts-fourneaux aux environs de Bilbao. Il existe aussi dans ce district une aciérie Bessemer. Il y a quelques mois, on a vu circuler sur la ligne de Silla-Cullera une locomotive construite en Espagne.

Cuivre. — La production du Chili (41 648 tonnes) et celle de l'Australie (13 300 tonnes) sont restées stationnaires en 1884. Elles tendent aujourd'hui à diminuer, par suite de l'abaissement des prix.

L'Allemagne a fabriqué en 1884 (14 782 tonnes) moins de cuivre que l'année précédente. Les mines du Mansfeld produisent annuellement 12 500 tonnes.

L'Espagne et le Portugal (Rio-Tinto, Tharsis, Mason et Barry, Sevilla, Portugueza et Poderosa) augmentent constamment leur extraction (43 644 tonnes en 1884).

La production des États-Unis continue à s'accroître. Elle a été de 63 650 tonnes en 1884, et s'est approchée de 75 000 tonnes en 1885. Les mines du lac Supérieur sont les principales (34 250 tonnes en 1884). Celle de Calumet et Hecla (20 000 tonnes environ) est aujourd'hui la plus importante mine de cuivre du monde entier. Son exploitation a commencé en 1867 ; et depuis lors elle a produit 175 000 tonnes de cuivre d'une valeur de 430 millions de francs, dont 140 millions sont revenus aux actionnaires. La mine possède 8 puits, avec 4 machines d'extraction, 2 compresseurs d'air, 2 pompes.

2 fahrkunsts et un système de traînage mécanique, le tout actionné par une machine Compound de la force de 4700 chevaux. Le minerai est un conglomérat rougeâtre, dans lequel sont disséminés des grains de cuivre métallique. La préparation mécanique a un rendement de 4 à 5 p. c. L'exploitation paraît pouvoir se continuer sur ce pied pendant 20 années encore. — A la mine Tamaracka, située tout près de la précédente, on a trouvé récemment à une profondeur de 900^{m} environ une veine aussi riche que celle de Calumet et Hecla. On extrait aussi de fortes quantités de cuivre dans le Montana (22 000 tonnes en 1884) et dans l'Arizona (13 000 tonnes). On vient d'ouvrir dans le Colorado une nouvelle mine, l'Anaconda de Butte, qui produira probablement à elle seule 10 000 tonnes.

La consommation de cuivre des États-Unis n'étant que de 40 000 tonnes environ, l'excédent se déverse sur l'Europe, par Swansea, Liverpool et Londres : aussi les prix sont-ils tombés l'an dernier à un niveau où on ne les avait jamais vus. La marque régulatrice, le Chili en barres, se vend aujourd'hui à Paris 110 fr. les 100 kil. Ce bon marché extrême du cuivre a conduit à le substituer à d'autres métaux pour une foule d'usages : en Amérique on va jusqu'à faire des toitures en tôle de cuivre. Les applications de l'électricité absorbent aussi une quantité croissante de ce métal.

La production de cuivre du monde entier est aujourd'hui évaluée à 200 000 ou 220 000 tonnes, contre 40 000 à 50 000 en 1850.

Mentionnons encore, parmi les pays producteurs de cuivre, le Japon (6000 tonnes en 1884), le cap de Bonne-Espérance (5000 tonnes), le Vénézuela (4600 tonnes), la Russie (4000 tonnes), la Suède et la Norwège (3400 tonnes), le Cornouailles (2500 tonnes), la Bolivie (1650 tonnes), l'Italie (1325 tonnes), l'Autriche-Hongrie (1000 tonnes), le Mexique (300 tonnes).

Plomb. — La production du plomb a augmenté en Allemagne pendant l'année 1884 (100 000 tonnes environ).

L'exportation de plomb d'Espagne a diminué (116 478 tonnes en 1884 contre 126 889 en 1883). A Linares, l'été dernier, 125 mines étaient en exploitation et extrayaient environ 25 000 tonnes de minerai par trimestre.

La production des États-Unis prime toujours celle des autres pays (139 897 tonnes en 1884). Il y a cependant un mouvement de décroissance ; certaines mines du Colorado (Leadville) et de l'Utah commencent à s'épuiser ; et il n'est pas probable que l'on voie encore cette année le plomb américain envahir les marchés d'Europe.

Les mines de plomb de l'Angleterre sont aujourd'hui complètement abandonnées.

Jamais on n'a vu le prix du plomb aussi bas que dans ces derniers temps : le plomb d'Espagne est à fr. 30,50 les 100 kil. sur le marché de Paris.

Zinc. — L'exportation de calamine d'Espagne a diminué en 1884 (28 350 tonnes contre 30 161 en 1883).

C'est toujours l'Allemagne qui tient la tête pour la fabrication du zinc : sa production (150 000 tonnes) représente les 45 p. c. environ de la production totale. Viennent ensuite les États-Unis (38 544 tonnes en 1884), et l'Angleterre (24 000 tonnes environ). La production totale du monde en 1884 a été de 340 000 tonnes environ, en hausse sur 1883. La galvanisation du fer fait de grands progrès et constitue pour le zinc un débouché important, notamment aux États-Unis où la production est encore inférieure de 12 000 tonnes à la consommation.

Le prix du zinc a baissé de 20 fr. à la tonne depuis un an : il est aujourd'hui de 40 fr. les 100 kil. Pour arrêter cette baisse de prix les producteurs allemands (silésiens et westphaliens) ont convenu dernièrement de limiter leur production. La grande majorité des producteurs belges, anglais, français et espagnols ont adhéré à cette convention.

Étain. — On a découvert récemment à Larout, aux environs de Penang, un nouveau gisement d'étain. Le minerai consiste en sable gris mélangé d'oxyde d'étain. On l'exploite à ciel ouvert, par tranchées profondes. Des milliers de coolies sont occupés à l'extraction. Le lavage se fait de la façon la plus simple.

D'autre part il paraît que, depuis juillet dernier, il y a une diminution de 300 à 400 tonnes par mois dans la production australienne. On sait que l'étain australien est plus recherché que celui des Détroits.

La consommation d'étain des États-Unis a diminué ; elle n'est plus que de 7200 tonnes par an contre 12 000 tonnes il y a quelques années.

Le prix de l'étain a baissé comme celui des autres métaux. Le Détroits ne vaut plus aujourd'hui que 250 francs les 100 kil.

Mercure.—Il se fabrique annuellement environ 3750 tonnes de mercure. La Californie (New-Almaden) en fournit la plus forte part. En 1884, l'Espagne a produit 1193 tonnes de ce métal. Idria donne annuellement 375 tonnes environ. Le mercure vaut aujourd'hui 4 francs le kilo.

On a découvert récemment à Schuppiastana (Belgrade), dans des roches serpentineuses, un gisement de minerai de mercure : c'est un filon quartzeux sillonné et parsemé de veines et d'amas de cinabre, de cristaux de calomel et de gouttes de mercure métallique. Il s'étend sur une longueur de 8 kilomètres environ. On y a retrouvé les traces d'anciens travaux qui paraissent remonter au temps des Romains. On se prépare à exploiter cette mine (1).

Emploi du gaz naturel comme combustible aux États-Unis. — Depuis assez longtemps déjà, aux environs de Pittsbourg, les moteurs des pompes installées sur les puits à pétrole sont actionnés par le gaz qui s'échappe de ces puits.

Il y a sept ans, à la suite d'une violente explosion de gaz produite dans un puits de recherche à Murraysville (29 kilomètres de Pittsbourg), on eut l'idée de recueillir ce gaz à l'orifice du puits au moyen d'une canalisation, pour le faire servir à l'éclairage de la région sur un rayon de plusieurs kilomètres.

Actuellement, aux environs de Pittsbourg, il y a un grand nombre de puits qui fournissent du gaz comme combustible pour les divers usages industriels, notamment dans les fonderies et les aciéries.

Les frais de forage du puits et d'établissement de la canalisation sont très réduits, et rapidement amortis par l'économie résultant de l'emploi du gaz. Le forage s'effectue à un diamètre de $0^{m}15$ à $0^{m}20$. Au bout de 40 à 60 jours on trouve généralement le gaz. Il y a un puits qui fournit 750 000 mètres cubes de gaz par 24 heures ; la production moyenne est de 350 000 mètres cubes environ. La pression du gaz à l'orifice des puits est de 14 kilos par centimètre carré. Les canalisations ont de $0^{m}15$ à $0^{m}30$ de diamètre. On en compte 11 pour l'alimentation des usines de Pittsbourg et des environs. Ces établissements consommaient ci-devant 60 000 hectolitres de charbon par jour : le gaz y remplace déjà le quart de cette consommation.

On sait que le gaz naturel est, après l'hydrogène, le plus puissant des combustibles gazeux. Sa pureté rend son emploi très avantageux dans la fabrication du fer, de l'acier, du verre et de divers autres produits. Il ne donne ni fumée, ni mauvaises odeurs, avantage qui est très apprécié dans les centres populeux. L'usage de fours chauffés au gaz supprime la main-d'œuvre de chargement. Dans le chauffage des chaudières à vapeur, comme il n'y a plus de portes à ouvrir, on évite

(1) *Moniteur des Intérêts matériels*, *The Iron Age*, *The statist*, etc.

l'action nuisible des courants d'air froid : la production de vapeur est plus régulière, et les dangers d'explosion sont moins grands (1).

Clapet de retenue pour appareils à vapeur. — Lorsque plusieurs générateurs à vapeur sont réunis en batterie et reliés par des branchements à une tuyauterie générale desservant les machines, s'il se produit une rupture en un point quelconque du système, la vapeur afflue de toutes parts à ce point et fait irruption dans le local des chaudières en causant souvent de graves accidents. Rarement, en effet, il est possible d'aller fermer à la main les valves de prise de vapeur placées sur les branchements des chaudières. Mais il y a un moyen de prévenir en pareil cas l'échappement de la vapeur : c'est de munir chaque générateur d'un clapet de retenue, placé sur le branchement qui communique avec la tuyauterie générale et se fermant automatiquement en cas de rupture.

M. Artigue, constructeur à Paris, a imaginé un appareil de ce genre qui paraît remplir le but d'une façon satisfaisante. C'est un clapet ordinaire qui, à l'état normal, reste suspendu à l'aide d'un ressort, de façon à ne pas opposer d'obstacle à l'écoulement de la vapeur. Mais si, par suite d'une rupture, cet écoulement s'effectue avec une intensité anormale, la différence de pression qui existe entre les deux faces fait céder le ressort : le clapet vient s'appliquer sur son siège, et le passage de la vapeur est arrêté. Une buttée limite la levée du clapet. Du côté opposé, un piston faisant frein atténue l'intensité du choc. L'appareil est en bronze ou en fonte garnie de bronze. La levée du clapet est de 10 millimètres. Le ressort, en fil d'acier émaillé, a 4 millimètres de diamètre : sa flexibilité est de 1,375 millimètre pour un kilogramme ; il y a une flexion initiale de 5 millimètres, correspondant à une charge de 3k70. En service normal, l'appareil ne crée aucune résistance nuisible sur le passage de la vapeur. Dès qu'on a fermé la valve de prise de vapeur ou qu'on a réparé l'avarie, le clapet se rouvre de lui-même et se trouve de nouveau prêt à fonctionner (2).

Des clapets de retenue analogues, mais sans ressort, sont déjà aujourd'hui généralement employés sur les tuyauteries d'alimentation des chaudières.

Graissage des courroies de transmission. — Souvent, pour em-

(1) *Engineering.*
(2) *Bulletin de la Société d'encouragement.*

pêcher le glissement des courroies sur les poulies, on projette sur celles-ci de la résine en poudre ; mais les matières résineuses exercent sur le cuir une action nuisible. D'autres fois, on graisse avec du suif la surface interne de la courroie : celle-ci se gonfle et se raccourcit, sa tension augmente, et l'interposition de la matière grasse augmente la force d'adhérence entre la courroie et la poulie ; mais ce traitement est aussi une cause de détérioration pour le cuir. L'huile de baleine pure, employée dans les tanneries, est moins nuisible que le suif ; malheureusement cette huile est souvent falsifiée par l'addition de matières résineuses. Une substance qui paraît donner d'excellents résultats, c'est l'huile minérale employée sur la face extérieure de la courroie. Cette face, étant celle qui subit le plus grand allongement, doit, plutôt que la face interne, être rendue aussi souple que possible par le graissage : cette souplesse, en même temps qu'elle prévient la rupture, permet à la courroie de mieux se courber et de mieux s'appliquer sur la poulie. Par le graissage sur la face externe, on évite de donner lieu à la formation de croûtes sur la jante de la poulie par suite du mélange de la poussière à la matière grasse. L'emploi de l'huile minérale sur la face externe suffit pour maintenir la courroie à un état d'humidité suffisant. Il donne un coefficient de frottement qui s'approche de 0,38 tandis qu'avec le graissage interne au suif ou à l'huile de baleine ce coefficient est de 0,22 à 0,28 seulement : or, plus le coefficient de frottement est élevé, moins les courroies sont exposées à glisser et moins grande est la tension qu'il faut leur donner. L'opération du graissage doit se répéter tous les 15 jours, tous les 8 jours même pour les courroies qui transmettent un travail considérable ou qui marchent à grande vitesse. Cette opération peut ordinairement se faire pendant la marche. On enlève seulement la courroie de temps à autre, pour la nettoyer et l'imbiber soigneusement d'une double couche d'huile, en la portant à une température modérée (1).

L'Iridium. — L'iridium se trouve en quantité considérable dans les minerais de platine et d'or, à l'état de platiniridium et d'iridosmine.

Le platiniridium, alliage de platine et d'iridium, se présente en grains, quelquefois en petits cubes aux angles arrondis ; l'iridosmine, mélange d'osmium et d'iridium, en grains plats, irréguliers, parfois en prismes hexagonaux.

(1) *Portefeuille économique des machines.*

Ces minerais se rencontrent principalement dans les monts Ourals, en Californie, dans l'Orégon et dans l'Amérique anglaise, disséminés dans les terrains d'alluvion et dans les sables. Ils renferment en général 70 à 75 p. c. d'iridium, 18 à 20 p. c. d'osmium, le reste comprenant le platine, le ruthénium, le palladium, le rhodium et quelquefois des traces de fer et de cuivre. Le minerai de Russie est gris d'acier, généralement assez riche en platine (33 p. c. parfois) ; celui de Californie, exempt de platine, est plus pesant, plus compact, plus dur ; sa couleur est bleuâtre.

Le minerai d'iridium est inattaquable par les alcalis et par les acides ; en poudre très fine, il est légèrement soluble dans l'eau régale. Par un grillage énergique, l'osmium se volatilise à l'état d'acide osmique, corps possédant une odeur alliacée et des propriétés irritantes. L'iridium absorbe au rouge de l'oxygène, mais il l'abandonne à la température de 1000 degrés environ. Il est très difficilement fusible (à 1950°), plus difficilement que le platine (qui fond à 1750°). L'iridium mélangé au platine le rend beaucoup plus dur et moins sujet à l'usure.

Un alliage de 20 p. c. d'iridium et 80 p. c. de platine peut encore se travailler ; mais à partir d'une teneur de 50 p. c. en iridium, l'alliage devient extrêmement dur et cassant. L'iridium ne peut s'allier à l'or, ni à l'étain, ni au nickel, ni au cobalt, ni à l'argent ; il se soude à l'or, à l'argent, au cuivre et au laiton.

Cette particularité que présente l'iridium de ne pouvoir s'allier à l'or, qu'il accompagne fréquemment et qui possède à peu près la même densité, cause dans certains cas bien des ennuis. Ainsi le gouvernement russe est obligé de séparer à grands frais, des grains d'or provenant du lavage des sables des monts Ourals, les grains d'iridosmine qui altéreraient le métal lors du monnayage. L'or destiné à la fabrication des plumes doit également être débarrassé de l'iridium : on opère par dissolution et filtration.

L'iridium est appliqué notamment à la fabrication des pointes dites « pointes de diamant » pour les plumes d'or. On soude à l'extrémité de la plume un petit grain d'iridosmine. Ce grain est au préalable débarrassé au moyen d'un aimant de l'oxyde de fer magnétique qui l'accompagne souvent, puis privé des autres impuretés à l'aide d'acides, lavé à l'eau, séché et finalement examiné au microscope. Il doit être solide, compact, avoir les dimensions, la couleur et la forme voulues. Le grain étant soudé à l'argent à l'extrémité de la plume, on le coupe en deux et on le travaille.

En 1880, un américain, M. Holland, recherchant le moyen de fondre facilement l'iridium, en vue d'étendre les applications de ce précieux métal, imagina d'y ajouter du phosphore. Le résultat fut tout à fait satisfaisant. En chauffant au blanc dans un creuset le mélange de phosphore et de poudre d'iridosmine, il obtint un métal fondu blanc, compact, extrêmement dur et inattaquable par les acides. Ce phospho-iridium est un corps analogue à l'iridosmine, mais plus dur encore, plus léger, comme aussi plus homogène et plus facile à polir ; et il est susceptible de s'allier à l'argent, au cuivre, au fer, au nickel, au cobalt, etc. D'après MM. Clarke et Joslin, ce serait un phosphure bien défini, renfermant 7,43 p. c. de phosphore et répondant à la formule I_2P.

Pour utiliser le phospho-iridium dans la fabrication des pointes de plumes, on coule ce métal entre deux plaques de fer, de façon à avoir une feuille de l'épaisseur voulue, soit d'environ 0,78 millimètre. Cette feuille est découpée en petits morceaux, que l'on soude sur une plaque de bronze pour les polir et les percer. Le polissage s'effectue à l'aide d'un disque de cuivre très doux enduit d'un mélange d'huile et d'émeri ou de poussière de diamant, ayant 0^m20 de diamètre et tournant avec une vitesse de 800 à 1000 tours par minute. Les pièces polies sont ensuite percées. On y pratique d'abord un petit trou conique, à l'aide d'une fraise à pointe de diamant faisant 900 tours par minute ; puis on achève le trou avec un foret de cuivre, faisant environ 3500 tours et enduit du mélange d'huile et d'émeri ou de poudre de diamant. Au moyen d'acide azotique on détache les pièces du bronze et on les soude à l'extrémité de la plume. Pour donner à la pointe d'iridium la forme extérieure voulue, on se sert d'un appareil consistant en trois cylindres de cuivre dont l'axe commun fait environ 3000 tours par minute. Enfin on fend la pointe avec un disque de cuivre très mince, de 0^m10, à 0^m20 de diamètre, tournant dans une boîte remplie d'un mélange d'huile et d'émeri ou de poudre de diamant et faisant environ 2500 tours par minute. Une bonne pointe en iridium dure au moins 20 ans.

M. le professeur Dudley a trouvé le moyen d'éliminer le phosphore du phospho-iridium : il suffit pour cela de chauffer le métal sur une couche de chaux.

M. Dudley s'est occupé aussi avec un entier succès de la production de dépôts électro-chimiques d'iridium. Il est parvenu à obtenir à la surface du cuivre et de quelques autres métaux un dépôt fin, régulier et épais, susceptible du plus beau poli, et d'une blancheur intermédiaire entre celle du nickel et celle de l'argent.

Uni en petite quantité à l'argent, l'iridium ou le phospho-iridium donnent l'alliage le plus élastique et le plus résistant de ce métal. Allié au cuivre en faible proportion, il fournit un métal antifriction résistant parfaitement aux grandes pressions et gardant très bien les matières lubrifiantes. Il forme également avec divers autres métaux des alliages intéressants. L'alliage avec le fer notamment, jusqu'à une teneur en fer de 50 p. c., garde sensiblement les propriétés du phospho-iridium pur : dureté et inaltérabilité.

L'alliage de 10 p. c. d'iridium et 90 p. c. de platine sert pour les lumières de grosses pièces d'artillerie, ainsi que pour les étalons de mesure et de poids. On l'utilise aussi couramment dans la fabrication des capsules, des creusets et des alambics de platine. On fait encore en phospho-iridium des filières à tirer pour fils de bronze, d'or, d'argent, de cuivre et de fer supérieur, pour remplacer les filières d'acier et de rubis ; des couteaux pour balances de précision (frottement moindre qu'avec l'acier, parfaite inaltérabilité en présence de l'humidité et des vapeurs acides) ; de petits forets de joaillerie ; des contacts électriques (moins oxydables que ceux en platine) ; des extrémités de poinçons ; des électrodes négatives pour lampes à arc voltaïque ; des pointes de chalumeaux ; des pièces délicates d'horlogerie ; des anodes pour l'électro-métallurgie, etc.

Le phospho-iridium se moule beaucoup mieux après 2 ou 3 fusions qu'immédiatement après l'addition du phosphore au métal. Mais à chaque fusion une certaine quantité de phosphore est volatilisée, et il devient nécessaire de recourir à une température plus élevée.

L'iridium est fabriqué principalement par la Société américaine de l'iridium, à Cincinnati (1).

Perfectionnements récents apportés dans les procédés galvanoplastiques — *Emploi des accumulateurs.* — Autrefois on utilisait comme source d'électricité les piles galvaniques ; elles fournissaient nuit et jour un courant continu et à peu près constant, pourvu qu'on changeât tous les matins l'acide et le zinc d'un certain nombre des éléments constituant la batterie. Lorsque, il y a 15 ans environ, apparut la machine Gramme, plus économique et plus facile à régler que les piles, l'usage de cette machine entraîna, pour les opérations qui ne pouvaient être interrompues, l'obligation d'alimenter le moteur la nuit comme le jour et d'avoir à cet effet une seconde équipe d'ouvriers, à

(1) *Journal of the School of mines.*

moins de recourir encore pour la nuit aux piles voltaïques. Avec l'accumulateur Planté, cet inconvénient a disparu. Dans une grande cuve en bois enduite de gutta-percha, on place une série de plaques de plomb de $0^{m}46$ sur $0^{m}50$ au nombre de 28, plongeant dans l'eau acidulée d'acide sulfurique. 14 plaques reliées ensemble, soit une surface de 6 mètres carrés, forment le pôle positif; les 14 autres constituent le pôle négatif. Deux appareils de ce genre réunis en tension sont chargés durant le jour par une machine Gramme et accumulent 700 ampères. La décharge s'effectue la nuit à raison de 25 ampères par heure avec la plus grande régularité, sans aucune surveillance.

Emploi d'anodes de plomb dans la production des rondes bosses. — A l'origine, lorsqu'on voulait faire en galvanoplastie des objets en ronde bosse, vases, bustes ou statues, il fallait ramener l'objet en question à une série de bas-reliefs qu'on réunissait ensuite par soudure ; or cette dernière opération était extrêmement délicate. On essaya ensuite de produire les rondes bosses directement dans un bain de cuivre en mettant à l'intérieur du moule une silhouette de cuivre découpé qui faisait fonctions d'anode soluble ; mais il arrivait que cette anode se coupait et que l'opération était interrompue avant son terme. M. Lenoir fit usage d'une anode insoluble en fil de platine épousant grossièrement la forme de l'objet à reproduire ; mais le haut prix du platine rendait le procède fort dispendieux pour les objets de grandes dimensions. M. Planté imagina de substituer le plomb au platine : ici, comme dans la pile secondaire, le plomb se recouvre d'une couche d'oxyde qui le protège contre l'action ultérieure. Le plomb, par sa mollesse, se prête admirablement à la préparation de maquettes que l'on place à l'intérieur du moule. On se sert de plomb laminé, percé de trous pour permettre la circulation du liquide. Le dégagement d'oxygène qui a lieu à la partie supérieure du bain produit dans celui-ci un mouvement qui favorise le renouvellement régulier du liquide.

Procédé de moulage à terre perdue de M. Pellecat. — Pour faire les moules en gutta destinés aux dépôts galvanoplastiques, on a opéré jusqu'ici par pression mécanique ou par pression manuelle. La pression mécanique s'exerce dans le cas de modèles en métal, à l'aide d'une presse à vis, sur de la gutta ramollie dans l'eau à la température de 60 à 70 degrés. Si le modèle est en plâtre, on ramollit la gutta à peu près jusqu'à son point de fusion (au delà de 100°) en la chauffant à feu nu dans une marmite en fonte ; on la met avec une spatule sur l'objet à reproduire, et on comprime à la main en ayant

soin de tremper de temps en temps celle-ci dans l'eau froide. M. Pellecat a eu l'idée de faire fondre la gutta jusqu'à la rendre tout à fait liquide (à 150° environ) et de la couler sur l'objet à reproduire sans exercer aucune pression : il a obtenu ainsi des moules d'une finesse parfaite, en évitant tout danger de déformation ou d'altération de l'original. Ce procédé permet donc d'effectuer facilement et à peu de frais la reproduction exacte d'objets d'art de grand prix. Il peut aussi s'appliquer parfaitement au moulage à terre perdue, par une méthode analogue à celle de la fonte à cire perdue. On sait que cette dernière méthode consiste à couler le métal dans un moule en terre exécuté directement sur une épreuve en cire modelée par l'artiste lui-même, après enlèvement de la cire par voie de fusion. Dans le procédé de M. Pellecat, on fait faire un modèle en terre ; au lieu de mouler en plâtre, de couler une épreuve en plâtre et de pratiquer sur celle-ci un moulage en gutta pour recevoir le dépôt galvanoplastique, ainsi que cela se fait habituellement, on coule directement la gutta fondue sur le modèle en terre ; on met ensuite le tout dans l'eau pour délayer la terre du modèle, on lave le moule et on le met dans le bain galvanoplastique : il est extrêmement rare qu'on ait à regretter de n'avoir pas conservé le modèle en terre (1 .

J. B. André.

HYGIÈNE.

Désinfection par la vapeur. — C'est un procédé fortement préconisé aujourd'hui, surtout pour désinfecter des substances mauvaises conductrices de la chaleur, en couches épaisses, comme dans les matelas, les balles de laine et de coton. Il est facile de porter l'atmosphère d'une étuve à une température de 120° à 130° : mais il est remarquable de voir avec quelle lenteur cette atmosphère, si elle n'est point saturée d'humidité, pénètre au sein des masses mauvaises conductrices que nous venons de citer. Or, en pratique, ce point est d'une grande inportance. Il faut pouvoir opérer vite et bien. Les corps

(1) D'après une conférence faite par M. Bouilhet à l'Exposition d'électricité, à Paris, en mars dernier.

à désinfecter en temps d'épidémie peuvent être nombreux, et ils ne cessent d'être dangereux que si leur température centrale a été portée à un degré élevé. Ce résultat est atteint, grâce à l'emploi de la vapeur d'eau comme le prouvent les expériences qui suivent. Elles nous montrent de plus les particularités intéressantes que présentent sous le rapport du refroidissement les objets mis en expérience, suivant l'état d'humidité ou de siccité de l'atmosphère dans laquelle ils se trouvent.

M. Sambuc met dans des ballons de contenance déterminée de la laine à un degré de tassement analogue à celui qu'elle subit dans les matelas, soit 61 grammes par décimètre cube. Ainsi dans une première expérience, on place dans un ballon de $0^m,274$ diamètre et de 9,68 litres de capacité 580 grammes de laine sèche à une température initiale de + 18° C. Un bon thermomètre est au centre de la laine. Le ballon est alors placé dans de l'eau bouillante jusqu'à ce que le thermomètre cesse de monter. Le maximum atteint est 93°, mais il faut 483 minutes, ou 8 heures, pour y parvenir.

Dans une deuxième expérience les conditions restent les mêmes, seulement on met 100 grammes d'eau dans le ballon. On constate alors un maximum de 98°6 atteint en 95 minutes. Si l'on s'arrête au maximum de l'expérience précédente, 93°, il ne faut que 32 minutes pour l'obtenir, c'est-à-dire un temps quinze fois plus court que lorsqu'on opère dans un air sec.

Prenant un ballon de $0^m,210$ de diamètre, de 450 litres de capacité, et renfermant 270 grammes de laine sèche, M. Sambuc constate une ascension de 18° à 98°5, mais en 484 minutes, c'est-à-dire en 8 heures. Pour atteindre 93°1, maximum de la première expérience, il ne faut que 141 minutes.

Dans le même ballon, renfermant 50 grammes d'eau, le thermomètre s'élève à 99°8 en 60 minutes. En 21 minutes, il atteint 98°5, niveau supérieur de la 3e expérience, et en 12 minutes, 93°, niveau de la première.

Comme on le voit, un même niveau, 98°5, est atteint dans la quatrième expérience (atmosphère humide) en 23 fois moins de temps que dans l'expérience précédente (atmosphère sèche).

Il est facile de s'en assurer par le calcul, il existe entre les chiffres exprimant le temps nécessaire au thermomètre pour s'élever au même niveau dans les deux atmosphères sèches, de même que dans les deux atmosphères humides, soit 93°, un rapport qui est sensiblement le même ; ces chiffres sont entre eux dans le rapport des quatrièmes puissances des diamètres.

Quant au refroidissement de l'atmosphère du ballon, on constate qu'il se fait deux fois plus vite dans l'atmosphère humide que dans l'atmosphère sèche.

Mais ces diverses expériences n'ont-elles pas été influencées dans leurs résultats par l'enveloppe de verre dans laquelle elles se sont opérées ? C'est ce dont M. Sambuc a voulu s'assurer, et dans ce but il a substitué des sacs de toile à matelas aux ballons dont il s'était servi. Il a constaté qu'une même température 99°8 était atteinte en 272 minutes dans l'air sec et en 11 minutes dans la vapeur, c'est-à-dire en un temps 24 fois plus court dans le second cas que dans le premier, donnée correspondante à celle qu'on avait obtenue dans les deux premières expériences en se servant des ballons de verre.

Quant au refroidissement, il se produisait 3 fois plus rapidement dans l'air humide que dans l'air sec (1).

Le lait des vaches nourries à la drèche est-il, ou non, nuisible aux enfants du premier âge ? — M. Girard, directeur du laboratoire municipal de chimie, dénonçait il y a quelque temps, en août 1882, la mauvaise qualité du lait des vaches nourries de drèches. Cette opinion suscita de vives contradictions de la part de MM. Pellet et Biard. Non seulement, d'après ces messieurs, les vaches nourries de drèche ne deviennent pas phtisiques ; non seulement ce lait n'est ni trop aqueux ni malsain ; mais il n'est pas prouvé que le lait des vaches phtisiques présente une composition anormale, et aucun expérimentateur n'a démontré la transmission de la phtisie aux personnes faisant usage du lait de vaches phtisiques.

Certes, nous ne soutiendrons pas avec M. Girard que les drèches puissent rendre phtisiques les vaches qui s'en nourrissent. Comme le disait M. Vallin, avec raison, nous semble-t-il, dans la discussion à laquelle donna lieu, devant la Société de médecine publique, un travail de M. Girard, prétendre que les drèches engendrent la phtisie est contraire aux notions actuelles de la science. La tuberculose, affection spécifique, ne peut naître que d'une graine qui lui est propre, et nous ne voyons pas comment l'alimentation par les drèches pourrait la développer. Tout au plus doit-on leur attribuer, dans la genèse de la tuberculose, une influence prédisposante. Mais il ne s'ensuit pas que les drèches ne puissent influencer la qualité du lait et, s'il est vrai, comme le prétend M. le Dr Toussaint, qu'elles lui communiquent une

(1) Voy. *Revue d'hygiène*, 20 novembre 1885.

réaction déjà acide au sortir du pis, il convient de ne le donner aux enfants qu'avec une grande réserve. N'est-ce pas à cette acidité que seraient dus les troubles gastro-intestinaux qu'on observe chez les enfants nourris d'un pareil lait ? Avouons toutefois que jusqu'ici les observations ne nous semblent pas bien concluantes. Mais l'intérêt en jeu est assez considérable pour que nous étudions scrupuleusement les propriétés nutritives du lait des vaches que l'on alimente de drèches.

A ce propos, M. Saint-Yves Ménard fait remarquer que, s'il faut tenir compte de l'influence de l'alimentation sur les qualités du lait, il ne faut pas oublier non plus sous ce rapport l'importance de la race à laquelle appartient la vache laitière. Nous transcrivons ici le tableau fort concluant des résidus secs contenus dans un litre de lait, fourni par diverses espèces de vaches nourries au Jardin des plantes, avec la même ration d'aliments (sans drèches).

Le lait	d'une vache	hollandaise	contenait	10.59 0/0	de résidu sec
—	—	danoise	—	11,44	—
—	—	de Jersey	—	12,90	—
—	—	bretonne	—	13,28	—
—	—	normande	—	14,69	—
—	—	flamande (châtrée)		15.04	—
—	—	de Schwitz	»	15,10	—

D'après M. Fichet, si l'on peut accuser les drèches de propriétés nocives en raison de leur acidité, il convient de remarquer que les drèches des distilleries seules sont acides, grâce à l'emploi de l'acide sulfurique qui sert à la transformation de l'amidon en glucose; tandis que les drèches des amidonneries de maïs ne sont ni acides, ni cuites, ni fermentées, et ne doivent pas être considérées comme nuisibles.

Nous ne voulons point terminer cet article sans exprimer les plus grandes réserves à l'endroit des assertions de MM. Pellet et Biard, lorsqu'ils prétendent que le lait des vaches phtisiques n'est pas malsain et qu'il n'est pas prouvé qu'il puisse transmettre la tuberculose. Ces assertions nous semblent trop téméraires pour ne pas être relevées. Déjà avant 1873, Klebs de Berne soutenait que le lait des vaches tuberculoses donnait la tuberculose aux animaux qui le consommaient. Dans un récent ouvrage, le professeur Peuch de Toulouse rapportait des expériences d'après lesquelles des veaux, des porcs et des lapins étaient devenus tuberculeux pour avoir ingéré du lait non bouilli provenant de vaches phtisiques. Mentionnons ici l'opinion du professeur Bang de Copenhague qui, en 1884 soutenait, devant le con-

grès médical réuni en cette ville que le lait des vaches tuberculeuses ne donnait la tuberculose que si le pis lui-même était atteint de cette maladie. C'est une opinion qu'il faut retenir, tout en se souvenant que l'observation ne l'a pas suffisamment sanctionnée jusqu'ici (1).

Peut-on employer les pastilles de bicarbonate de soude pour combattre l'acidité de la bouche ? — L'acidité de la bouche a si bien la réputation d'être contraire à la conservation des dents, que tous ceux qui en sont atteints savent qu'ils doivent s'adresser aux alcalins pour prévenir les fâcheux effets dont ils sont menacés. Quoi de plus naturel alors que de prendre des pastilles de bicarbonate de soude, des pastilles de Vichy par exemple, forme si commode de médicament, pour entretenir, semble-t-il, la réaction alcaline des liquides buccaux ? Malheureusement, M. Galippe, se basant sur les expériences de Müller, déclare que l'on se met ainsi dans une fausse sécurité et que l'on obtient un résultat contraire à celui que l'on veut atteindre. Müller a prouvé en effet que le sucre et l'amidon mis en présence de la salive, dans des conditions analogues à celles qui se rencontrent dans la bouche, engendrent très facilement l'acide lactique et augmentent ainsi une acidité que le bicarbonate de soude est impuissant à combattre. Il importe donc de ne faire usage de ce sel qu'en nature ou en solution dans l'eau (2).

Des transports mortuaires spécialement par chemins de fer. — La *Revue d'hygiène* a récemment publié sous ce titre un intéressant travail du Dr Schoenfeld (3). Les agents capables de s'opposer à la putréfaction et aux diverses fermentations sont de nature physique ou de nature chimique. Pour n'en citer qu'un petit nombre, rappelons qu'à la première classe appartiennent : la dessiccation par la chaleur ou par une ventilation active, la réfrigération, la soustraction de l'air, l'absorption des produits gazeux, la destruction par les caustiques.

Dans la seconde classe on range les désodorisants, les désinfectants, les caustiques et les antiseptiques. Il est inutile de nous étendre sur la signification de ces divers agents. Disons toutefois que, d'après certaine tendance encore récemment formulée, il conviendrait pour éviter toute confusion de réserver le mot de désinfectants aux différents corps capables de détruire les agents de contagion, et celui d'antiseptiques à ceux

(1) *Ibid.*
(2) *Journal de pharmacie et de chimie.*
(3) T. VII, nº 10, 20 octobre 1885.

qui préviennent ou arrêtent les phénomènes de putréfaction. Ils n'est malheureusement pas facile, dans la pratique, de séparer en groupes distincts les agents chimiques dont nous parlons, la plupart ayant des propriétés qui les font ranger simultanément dans diverses catégories.

Si les agents chimiques sont extrêmement nombreux, il en est beaucoup que nous devons rejeter *à priori*, soit parce qu'ils sont d'un maniement trop difficile, soit parce qu'ils tachent ou attaquent les objets à désinfecter, soit parce qu'ils sont trop odorants ou qu'ils coûtent trop cher.

M. Schoenfeld limite donc son étude à l'examen de quelques corps. et notamment de l'acide salicylique, du thymol, du nitrate de plomb, de l'acide borique, du sublimé corrosif en solutions simples ou combinées.

Devant procéder à un transfort funèbre, M. Schoenfeld fait laver le cadavre et le cercueil avec une solution aqueuse et alcolisée d'acide thymique à 2 0/0, ou avec une solution de nitrate de plomb à 10 0/0, ou avec une solution alcoolique ou éthérée d'acide salicylique de 5 à 15 0/0, ou enfin avec une solution de sublimé corrosif à 1 pour 2500 à 5000.

Il injecte ces solutions dans les cavités qui s'ouvrent directement à l'extérieur.

Les lotions peuvent être remplacées par de simples aspersions ou par des pulvérisations.

Si le cercueil est en métal, M. Schoenfeld évite de se servir de la solution plombique, qui noircit les métaux, ou de la solution mercurielle, qui forme avec eux un amalgame cassant.

La putréfaction est-elle établie, il faut joindre aux moyens précédents l'emploi de poudres absorbantes et désinfectantes, telles que le charbon ou le noir animal mêlés à 1/20 d'acide salicylique ou de nitrate de plomb, telles encore que la sciure de bois goudronnée...

M. Schoenfeld termine son travail en exprimant le vœu de voir les règlements de police sanitaire généraliser, ce qui serait chose facile, les mesures de désinfection. Nous nous associons à ce vœu. Ces mesures n'eussent-elles pour résultat que de neutraliser pour quelques jours seulement les produits de la putréfaction et de s'opposer pendant le même temps à la dissémination des germes de contagion, répandus à la surface des cadavres, que l'hygiène en retirerait de réels avantages.

La lèpre est-elle contagieuse ? — Tel est le sujet qui a été débattu dans quelques-unes des dernières séances de l'Académie de médecine

de Paris (1), à l'occasion d'un travail de M. Zambaco, relatif aux lépreux de Constantinople. Pour M. Zambaco, la lèpre n'est pas contagieuse ; et il n'admet dans sa propagation l'influence de l'hérédité, que dans un quatorzième des cas. La misère, les mauvaises conditions hygiéniques, l'usage de viandes et de poissons de mauvaise qualité seraient les principales causes de la lèpre.

M. Vidal n'admet pas l'opinion de M. Zambaco. La misère et les conditions hygiéniques, invoquées dans la genèse de la lèpre, ne lui semblent pas avoir l'influence qu'on leur prête. Des considérations analogues ne se rencontrent-elles pas dans d'autres pays sans engendrer le même mal ? Pour lui, la lèpre est contagieuse sans qu'elle le soit au même degré dans toutes les régions. Il cite d'ailleurs des exemples qui paraissent décisifs dans le sens de ses assertions. Ainsi aux îles Sandwich, où la lèpre était inconnue, débarque un Chinois lépreux, et dès lors la terrible maladie se propage avec une rapidité que l'hérédité est impuissante à expliquer.

Un médecin étranger arrive en France, et il y gagne la lèpre après un an de séjour, sans avoir vu d'autres lépreux que ceux qu'il avait soignés avant son arrivée en Europe.

Un dame de Nice épouse un de ses concitoyens qui devient lépreux. Sans avoir jamais quitté la France, elle gagne la lèpre six ans plus tard que son mari.

Telles sont les deux opinions en présence. La plupart des membres de l'Académie qui ont pris part à cette discussion ne sont pas partisans de la contagion. Aux exemples assez probants cités par M. Vidal, on oppose ceux de M. Zambaco, qui n'a jamais observé la contagion entre époux dont l'un était lépreux et l'autre sain.

On a découvert un bacille de la lèpre, mais l'existence du bacille paludéen ne suffit pas à prouver la contagiosité de la fièvre intermittente et laisse la question en litige.

Ce qui est certain c'est qu'on admet l'hérédité dans un très petit nombre de cas (7 %) ; si la contagion existe réellement, comme cause de propagation de la lèpre, il faut admettre qu'elle n'agit en général qu'après une incubation fort longue qui masque souvent les rapports de causalité.

A ces deux causes il semble que l'on peut sans crainte en ajouter d'autres qui, pour être obscures, indéterminées, n'en sont pas moins puissantes, puisque c'est à elles qu'on a recours pour expliquer la genèse de la plupart des cas. Dr A. Dumont.

(1) 6-13-20 octobre 1885.

VERTÉBRÉS.

Les circonvolutions cérébrales des Carnivores (1). — Sir Richard Owen indiqua, dès 1834, en décrivant le cerveau du Guépard *(Cynælurus jubatus)*, l'uniformité de plan dans la disposition des circonvolutions cérébrales des *Felidæ*. Il reprit, d'ailleurs, cette question dans son *Anatomy of Vertebrates* (1868). Cependant, longtemps avant l'apparition de ce dernier ouvrage (1839-57), Leuret et Gratiolet avaient publié la description, accompagnée d'admirables illustrations, des circonvolutions cérébrales de nombreux Mammifères carnivores, dans lesquels ils distinguèrent, à ce point de vue, quatre groupes. M. Dareste (1855) accrut également nos connaissances en cette matière ; car, dans son mémoire sur les circonvolutions du cerveau chez les Mammifères, une section est réservée aux « Types des Carnivores ». Paul Gervais vint, à son tour (1870), et donna à la fois des figures de cerveaux des Carnivores et des représentations du moule interne de leur crâne. Un peu plus tard (1873), le professeur Burt Wilder publia la description, avec figures, du cerveau de diverses races de chiens, auxquelles il joignit *Hyæna*, *Ursus*, *Procyon* et quelques animaux de la famille des *Felidæ*. En 1880, J. Krueg fit paraître un mémoire beaucoup plus étendu que les précédents et auquel M. Mivart renvoie fréquemment. L'année suivante (1881), le professeur Burt Wilder donna encore une étude détaillée sur le cerveau du chat, étude qui fut suivie d'un travail analogue de M. Langley sur le cerveau du chien.

Enfin, il existe des notices variées, dont quelques-unes, telles que celles sorties de la plume de Garrod et de M. W. H. Flower, sont excellentes, mais qui ne s'occupent que de certains types pris isolément.

Le but poursuivi par M. Mivart, dans le travail que nous analysons, est d'examiner, au point de vue des circonvolutions cérébrales, les caractères d'un grand nombre de genres de Carnivores, spécialement de ceux qui n'ont pu être étudiés par ses prédécesseurs. Il se limite, d'ailleurs, à certains caractères qu'il appelle fondamentaux, parce qu'il s'est convaincu que les variations individuelles rendent inutile la considération de détails plus approfondis.

(1) St-George Mivart. *Notes on the cerebral convolutions of the Carnivora.* Journal Linnean Soc. London. Zoology. 1885. Vol. XIX, n° 108, pp. 1-25 et 11 gr. s. bois.

Avant de suivre le savant naturaliste anglais dans sa description, rappelons brièvement la classification des Mammifères carnivores. Elle peut être résumée dans le tableau suivant ;

CARNIVORES.
- I. FISSIPÈDES.
  - 1. *Cynoidea* (Chiens et leurs alliés).
  - 2. *Æluroidea* (Chats et leurs alliés).
  - 3. *Arctoidea* (Ours et leurs alliés).
- II. PINNIPÈDES (Phoques et leurs alliés).

A. FISSIPÈDES. *I. Cynoidea.* Le cerveau, non seulement de tous les chiens, mais encore de tous les animaux qui constituent le groupe des *Cynoidea*, est extrêmement uniforme, au moins en ce qui concerne les caractères auxquels se limite notre auteur, qui a examiné les genres *Canis*, *Icticyon*, *Lycaon* et *Otocyon*. Les circonvolutions sont caractérisées par les dispositions ci-après :

1. La scissure de Sylvius est entourée par 4 circonvolutions concentriques (c. circumsylviennes) que M. Mivart désigne, en commençant par la plus rapprochée de la scissure, sous les noms de : 1. Première circonvolution sylvienne ; 2. Deuxième circonvolution sylvienne ; 3. Circonvolution pariétale ; 4. Circonvolution sagittale.

2. Il y a, sur la face interne de chaque hémisphère, continuité entre le sillon calloso-marginal et le sillon crucial, de sorte que la circonvolution de l'hippocampe est complètement séparée de la circonvolution sagittale.

3. Le cerveau étant vu de dessus, il n'existe pas, en avant du sillon crucial, de sillon, se dirigeant en avant et en dedans, allant à la rencontre d'un pareil sillon sur l'autre hémisphère.

4. Les deux circonvolutions sylviennes sont toujours nettement séparées par un sillon innommé et que nous proposons d'appeler *sillon intersylvien*.

La branche postérieure de la circonvolution pariétale est divisée par un sillon longitudinal, de manière qu'elle se bifurque en arrière.

II. Æluroidea. Ils se divisent, au point de vue des circonvolutions, en trois groupes : α. *Felidæ* ; β. *Viverra*, *Genetta*, *Nandinia*, *Paradoxurus*, *Arctictis*, *Cynogale*, *Eupleres* ; γ. *Herpestes*, *Galidia*, *Crossarchus*, *Suricata*, *Hyæna*, *Crocuta*, *Proteles*, *Cryptoprocta*.

α. Encore une grande uniformité, mais différente de celle des *Cynoidea* :

1. Les deux circonvolutions sylviennes sont confluentes. Cependant, un sillon peu accusé et plus ou moins vertical représente, à l'état rudimentaire, le sillon intersylvien des *Cynoidea*.

2. La circonvolution pariétale n'est point divisée par un sillon longitudinal.

3. La circonvolution de l'hippocampe s'étend en avant et en haut pour se réunir, en arrière du sillon crucial, avec la circonvolution sagittale. Le sillon crucial se trouve donc séparé du sillon calloso-marginal par la circonvolution de l'hippocampe.

6. Ce groupe diffère de tous les autres Carnivores par l'absence, ou la condition tout à fait rudimentaire, du sillon crucial.

7. 1. Un sillon crucial bien développé.

2. La branche postérieure des circonvolutions sylviennes réunies est, au moins, deux fois aussi large que l'antérieure.

3. Il peut y avoir trois, quatre, ou cinq circonvolutions circumsylviennes, selon qu'il y a une, deux, ou trois *(Herpestes)* circonvolutions sylviennes.

III. *Arctoidea*. 1. Trois circonvolutions circumsylviennes seulement, par suite de la présence d'une circonvolution sylvienne unique.

2. La circonvolution pariétale n'est pas bifurquée.

3. La circonvolution de l'hippocampe et la circonvolution sagittale passent l'une dans l'autre.

4. Il y a deux sillons précruciaux (un droit et un gauche), qui forment avec les deux sillons cruciaux (droit et gauche) un losange, dont une diagonale est dans le plan médian du corps *(losange ursin)*.

5. La circonvolution sagittale est plus large et plus complexe que chez les autres carnivores.

B. Pinnipèdes. Le cerveau des Pinnipèdes est, comme chacun le sait, d'un aspect très différent de celui des cerveaux des Fissipèdes, que ceux-ci soient, d'ailleurs, de mœurs terrestres ou aquatiques. Il est généralement plus arrondi, plus riche en circonvolutions, tandis que, d'autre part, les circonvolutions circumsylviennes sont moins bien définies, la circonvolution pariétale et la circonvolution sagittale, notamment, devenant confluentes. De plus, on ne reconnaît point le sillon crucial, quand un cerveau de Pinnipède est placé près d'un sillon de Fissipède. Malgré ces divergences, il est possible à M. Mivart d'établir les relations cérébrales des Phoques et de leurs alliés. En effet, si on s'adresse aux formes les moins différenciées *(Otaria)*, on y retrouve nettement le *losange ursin*, si caractéristique des *Arctoidea*, auxquels il est exclusivement propre, les Pinnipèdes exceptés. Ceci vient singulièrement appuyer les idées d'après lesquelles les Pinnipèdes seraient très voisins des Ursidés. D'ailleurs, dès qu'on connaît le losange ursin de l'Otarie, il devient aisé de retrouver cette disposi-

tion chez les Phoques proprement dits. Ce résultat est assurément un des plus intéressants parmi ceux qui ressortent du mémoire de M. Mivart.

Le développement embryonnaire des Gymnophiones (1).— On sait que les Amphibiens (ou Batraciens) actuels peuvent être divisés en trois ordres. Ce sont (2) : 1. *Urodèles*, 2. *Anoures*, 3. *Gymnophiones* (encore nommés *Apodes* ou *Péromèles*.)

1. Les *Urodèles* comprennent les salamandres et leurs alliés. Ce sont des Amphibiens au corps allongé, pourvus de membres relativement courts, dont la peau ne renferme ni écailles épidermiques, ni plaques osseuses dermiques. Leur colonne vertébrale se compose d'un grand nombre de vertèbres précaudales, dont les centres sont amphicœles (biconcaves) ou opisthocœles (convexo-concaves). L'arc hyoïdien reste, chez eux, en connexion avec le suspensorium durant toute la vie, et ses cornes sont larges par rapport au corps. La mandibule est armée de dents. Il y a une ou deux paires de membres, la ceinture scapulaire et les membres antérieurs étant, d'ailleurs, toujours présents. La main, ou patte antérieure, ne renferme jamais plus de quatre doigts. Les os de l'avant-bras (cubitus et radius) et ceux de la jambe (tibia et péroné) restent toujours distincts, et le tarse, non allongé, conserve ses proportions normales. Les larves ne possèdent que des branchies externes. D'autre part, sauf chez *Siren*, aucune larve n'est pourvue d'un appareil masticatoire corné.

Les Urodèles se tiennent ordinairement dans l'eau et mangent les vers, les mollusques et autres petits animaux aquatiques : les plus gros recherchent le frai et chassent les poissons. Les Salamandres et divers Tritons habitent, à l'état adulte, les lieux humides et ombragés et, au crépuscule, cherchent leur nourriture sur le sol.

Les Urodèles sont limités aux régions tempérées de l'hémisphère boréal.

2. Les *Anoures* sont les grenouilles et leurs alliés. Leur corps est relativement court et large. Il y a toujours deux paires de membres, la postérieure étant la plus longue et la plus forte. Il n'existe point d'écailles épidermiques, mais il y a, parfois, des plaques dermiques

(1) P. B. et C. F. Sarasin. *Ueber die Entwicklungsgeschichte von* Epicrium glutinosum. ARBEITEN AUS DEM ZOOLOGISCH-ZOOTOMISCHEN INSTITUT IN WURZBURG. 1885. Vol. VII, fasc. 3, p. 292-299.

(2) T. H. Huxley. *Art.* Amphibia, *in* ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA. 9th edition. Edinburgh. 1875. Vol. I.

sur la face dorsale de l'animal. Les vertèbres sont de forme variable, mais ordinairement procœles (concavo-convexes). Les vertèbres présacrées ne dépassent jamais le nombre 9, et le coccyx (représentant la queue) est styliforme. L'arc hyoïdien se détache du suspensorium et se réunit à la région prootique du crâne ; les cornes en sont grêles, comparées au corps. La mandibule est, presque toujours, privée de dents. Les os de l'avant-bras et de la jambe sont réunis en un seul os. L'astragale et le calcanéum sont, de leur côté, fortement allongés. La main a un cinquième doigt rudimentaire. Les larves possèdent d'abord des branchies externes, puis des branchies internes et leurs mâchoires sont garnies de plaques cornées provisoires qui disparaisent ultérieurement. Les fentes branchiales du têtard sont recouvertes par un opercule cutané.

Les Anoures sont cosmopolites.

3. Les *Gymnophiones* (Péromèles, Apodes, Cécilies) sont de petits Amphibiens vermiformes, aveugles et sourds. Ils sont totalement privés de membres, ainsi que des ceintures scapulaire et pelvienne. Des séries transversales d'écailles cycloïdes recouvrent leur corps. Les vertèbres du tronc sont très nombreuses et amphicœles ; celles de la queue sont, au contraire, très peu nombreuses, mais libres. L'arc hyoïdien n'est attaché ni au suspensorium ni au crâne ; les cornes en sont très grêles et le corps a disparu. Cet arc est suivi de plusieurs petits arcs branchiaux en forme de cerceaux. La mandibule est dentifère. Dans leur organisation viscérale, il faut noter l'asymétrie des poumons : comme chez les Serpents, le poumon gauche est plus ou moins atrophié.

Les Gymnophiones se tiennent, comme les lombrics, dans des trous en terre et se nourrissent principalement de larves d'insectes.

Ces Amphibiens habitent l'Amérique méridionale, les Indes orientales et l'archipel Malais.

On connaissait, avant le travail que nous nous proposons d'analyser, très peu de chose sur leur développement. Selon Joh. Müller, *Cæcilia glutinosa* possède, de chaque côté, dans le jeune âge, une ouverture branchiale qui aboutit aux branchies internes. D'après Paul Gervais, *Cæcilia compressicauda* met au monde des petits vivants, qui n'offrent pas d'ouvertures branchiales, assertion que Peters a confirmée. Pourtant ce dernier a observé sur le cou d'individus nouveau-nés de grandes vésicules qu'il regarde comme des branchies.

Quoi qu'il en soit, MM. P. B. et C. F. Sarasin, tous deux élèves de

M. le Prof. Carl Semper, le savant zoologiste de Wurzburg, étant allés se fixer à Ceylan, dans le but d'y entreprendre des recherches zoologiques, se sont proposé, notamment, d'étendre nos connaissances en cette matière. Ils ont déjà, dans une lettre adressée à leur maître, consigné les résultats les plus importants de leurs travaux. C'est cette lettre que nous allons résumer à présent.

Nos auteurs étaient fixés à Peradenia, où ils s'établirent à portée d'une plantation de café et de thé, de façon que les nombreux Malabares, qui travaillent à la culture comme coolies, leur procurèrent beaucoup d'animaux, désireux qu'ils étaient d'augmenter par ce moyen leur faible salaire. Les naturalistes allemands obtinrent ainsi des embryons de *Presbytes*, de *Stenops*, de *Manis*, de *Tragulus*, de *Stylocerus*, etc. *Epicrium* existait aussi non loin de là, et ils en reçurent parfois jusqu'à 70 par jour ; ces Gymnophiones se trouvaient enfoncés dans le sol à une profondeur de $0^{m}.30$, ou un peu plus. Mais, ce qui est plus intéressant, c'est que MM. Sarasin réussirent à recueillir, d'un petit ruisseau voisin, de nombreuses larves semblables à de jeunes anguilles. Ces larves, comme Joh. Müller le savait déjà, sont pourvues d'une ouverture branchiale : leur queue est emprisonnée dans une nageoire ; les yeux, qui, sur l'animal adulte, sont difficiles à observer, sont ici extrêmement nets, tandis que, d'autre part, le remarquable tentacule de l'*Epicrium* complètement développé n'existe point encore dans la larve aquatique.

Ainsi que nos auteurs purent le constater dans leurs aquariums, où ils tenaient des larves en vie, ces petits êtres avalaient de l'eau qui sortait par l'ouverture branchiale ; à d'autres moments, les larves s'élevaient à la surface pour prendre de l'air. L'étude anatomique montra, d'ailleurs, que les poumons étaient déjà présents. La corbeille branchiale paraît, au premier abord, ne consister qu'en 4 arcs. Pourtant un 5e petit arc est facilement visible, comme appendice du 4e sur de jeunes larves ; chez les *Epicrium* plus âgés, il est plus grêle, et il faut la loupe pour le distinguer dans l'animal adulte. La peau de la larve est riche en organes des sens, comme cela a lieu chez les Amphibiens aquatiques, les Poissons, etc.

S'appuyant sur les observations faites par Peters sur *Cæcilia compressicauda*, MM. Sarasin ne doutaient pas qu'*Epicrium* fût vivipare. Cependant, plus de mille animaux, ouverts de janvier à mars, ne donnèrent jamais de larves. C'est qu'*Epicrium* est ovipare. Cet amphibien dépose ses œufs dès le commencement de leur développement ; on en trouva qui n'étaient qu'au stade Gastrula de Kuppfer. Les naturalistes

allemands prirent les précautions nécessaires pour en conserver quelques-uns et firent tous leurs efforts pour placer les autres dans les conditions ordinaires de leur développement afin d'étudier leurs transformations. Toutefois cette tentative ne fut point couronnée de succès. Nos auteurs apprirent plus tard que la mère veille au développement de ses œufs, sur lesquels elle s'enroule de façon à leur maintenir notamment une égale humidité ; la mère paraît même céder durant ce travail à une sorte d'engourdissement, car elle n'essayait aucunement de fuir lorsqu'on enlevait les œufs.

Les œufs sont ellipsoïdaux et d'une grosseur remarquable : leur plus grand diamètre atteint 9 millimètres, les autres 6, 5 millimètres seulement. Un œuf mûr pèse environ 0 gr. 23. Chaque œuf renferme un vitellus jaune-paille volumineux, au centre duquel se voit une vésicule germinative. Ce vitellus est grossièrement granuleux : les grains en sont sphériques ou ellipsoïdaux ; sous le verre couvreur, ils éclatent, ce qui prouve qu'ils sont recouverts d'une membrane propre résistante. Au-dessous de l'aire germinative se rencontre, comme chez les Oiseaux, une sorte du bouteille minuscule à col rétréci et tourné vers le haut *(latebra)*.

Les femelles pleines renferment d'ordinaire dans leurs ovaires, outre de nombreux œufs non encore mûrs, de la grosseur d'une tête d'épingle, 13 œufs arrivés à maturité et placés dans l'oviducte. Ils sont entourés d'une forte couche d'albumine qui, aux extrémités du plus grand diamètre, s'enroule hélicoïdalement pour constituer des sortes de chalazes. Tous les œufs sont réunis comme les grains d'un chapelet par ces chalazes.

Lors d'une seconde découverte, MM. Sarasin trouvèrent des œufs plus avancés dans leur développement : ils étaient de taille double. Les embryons, d'une longueur de $0^m,04$ se mouvaient à leur intérieur avec vivacité. Des branchies externes, d'un rouge de sang et longues de $0^m,02$, se montraient de chaque côté de la tête. L'œil était proportionnellement très grand. Le corps était, en général, d'une couleur bleue grisâtre : le ventre était plus clair, tandis que le dos était orné de stries noires. Les deux belles bandes qui décorent les téguments de l'adulte manquaient encore totalement.

La larve atteint ultérieurement une longueur de $0^m,16$, perd les branchies externes, voit son ouverture branchiale se fermer et se dépouille de la nageoire caudale, après quoi elle passe graduellement à l'adulte.

Relativement aux relations des Gymnophiones, MM. Sarasin pen-

sent qu'ils sont plus voisins des Urodèles et beaucoup moins des Anoures qu'on ne l'a cru jusqu'à présent. Sans parler de l'anatomie, *Epicrium* est pourvu d'une queue encore bien visible chez l'adulte. La nature des spermatozoïdes, comme la présence de quatre arcs branchiaux, vient confirmer cette manière de voir.

L'appareil sternal de l'Iguanodon. — A propos de ma notice, parue sous ce titre dans le dernier fascicule de la *Revue des questions scientifiques*, M. le Dr Baur a l'obligeance de m'écrire, afin que je puisse rectifier moi-même, que *Chlamydosaurus Kingi* possède à la fois des clavicules et une interclavicule ayant la forme d'une simple barre. Il échapperait donc à la règle : « L'interclavicule n'a la forme d'une simple barre que lorsque les clavicules sont absentes. » Morphologiquement, M. Baur a parfaitement raison ; j'ai pu vérifier le fait sur un squelette du musée de Bruxelles. Mais, physiologiquement, c'est tout autre chose. En effet, le coracoïde de *Chlamydosaurus Kingi* appartient au type fenestré (1),et la barre osseuse placée cranialement par rapport à la fontanelle coracoïdienne sert, dans notre spécimen, à supporter, au moins partiellement, les clavicules : ladite barre joue donc le rôle de la branche horizontale du T de l'interclavicule en T. Le coracoïde de l'*Iguanodon* n'étant pas du type fenestré, une pareille explication ne saurait lui être appliquée,et ce que nous avons dit dans notre notice précitée ne se trouve, de cette façon, nullement infirmé.

Sur la manière de nager du Mole ou Poisson-Lune (1).— On sait que les poissons possèdent généralement quatre nageoires paires : deux pectorales et deux ventrales, et trois impaires : la dorsale, la caudale et l'anale. De ces nageoires, les pectorales, les ventrales, la dorsale et l'anale sont des nageoires de direction ou d'équilibre : la caudale est, elle, une nageoire de propulsion. On sait encore que, chez le mole *(Orthagoriscus mola)*, cette dernière nageoire est tronquée, fort courte, tandis que la dorsale et l'anale sont démesurément développées. Le poisson-lune doit donc avoir une manière de nager différente de celle des poissons ordinaires : c'est ce dont il importait de s'assurer. M. J. A. Ryder, ayant eu l'occasion d'observer un de ces animaux en captivité dans un grand bassin, vient de communiquer les résultats

(1) L. Dollo. *Première note sur le Simœdosaurien d'Erquelinnes.* Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., t. III, 1884, p. 172.

(2) J. A. Ryder. *The swimming habits of the Sunfish.* Science, 1885, vol. VI, n° 131.

de ses recherches au journal américain *Science*. Nous allons les résumer brièvement.

Ce mole mesurait cinq pieds de long et trois de large ; on peut donc le considérer comme adulte. Il ne fut pas besoin, dit notre auteur, de l'examiner longtemps pour s'assurer que les grandes nageoires dorsale et anale sont presque ses seuls organes de propulsion. Elles frappent alternativement et simultanément à droite et à gauche, en se tordant un peu hélicoïdalement au début de chaque coup. Un très curieux anneau ovale, élastique, les rend très mobiles au moyen des terminaisons tendineuses des muscles qui sont insérées sur les fortes bases de leurs rayons. Une bande analogue se trouve des deux côtés de la base de la queue rigide, large et dentelée, qui est mue par sa base comme un gouvernail. La fonction de la nageoire caudale si singulière du mole est d'ailleurs purement de diriger l'animal, car elle est complètement immobile lorsque ce poisson avance en ligne droite. Au contraire, s'il veut tourner, on la voit entrer en vibration. Les pectorales sont relativement petites et, dans le mouvement en ligne droite, elles sont étendues horizontalement et restent immobiles, assurant simplement au corps une position verticale. Si l'animal nage avec le corps plus ou moins incliné, l'une ou l'autre des pectorales est ramenée le long du corps.

M. Ryder ajoute que l'organisation du mole est probablement plus remarquable que celle de tous les autres Poissons osseux ou Téléostéens. Le corps est enveloppé d'une peau très épaisse et très rigide, et toute la musculature latérale a été transformée de manière à servir à mouvoir les nageoires verticales. En réalité, cette spécialisation de la musculature est telle que les myocommata ont été complètement supprimés, et que les masses musculaires latérales se sont développées en muscles longs se terminant par des tendons.

Non moins curieux est le mode de formation de la queue, vraisemblablement aux dépens d'une queue lophocerque, qui a déjà disparu chez *Molacanthus*. Non moins extrême encore est la transformation de la moelle épinière, qui est devenue excessivement courte par suite des modifications survenues dans la musculature. Somme toute, on est forcé d'admettre que le poisson-lune est le Téléostéen le plus spécialisé, malgré les nombreuses formes bizarres de ce groupe qui peuplent les océans.

M. Ryder termine en faisant remarquer l'avantage des grands bassins contenant de l'eau salée pour étudier les mœurs des animaux marins de forte taille, et appelle l'attention sur l'application qu'on pour-

rait en faire aux dauphins, marsouins, requins, espadons, etc..., Vertébrés qui intéressent particulièrement les commissions de pêcheries, attendu qu'ils sont à même de causer des variations dans l'abondance de certains poissons comestibles.

La Phylogénie des Ongulés (1). M. Max Schlosser vient de faire connaître les résultats de ses études sur les Ongulés fossiles. Ce sont les suivants :

1. Les *Condylarthra* sont de la plus haute importance pour la Phylogénie des Paridigités et des Imparidigités, car c'est parmi eux qu'on trouvera les précurseurs bunodontes et pentadactyles de ces deux groupes. Leur existence avait été prévue depuis longtemps, par E. D. Cope et W. Kowalevsky. En réalité, plus anciennes sont les formes des deux groupes prémentionnés que nous considérons, plus nous leur trouvons des dents massives et adaptées à un régime omnivore.

2. Les *Phenacodontidæ* doivent être les ancêtres des Périssodactyles et *Phenacodus* se rattache spécialement à la série du cheval. La dérivation des autres Imparidigités n'est pas aussi facile : pourtant les *Chalicotheriidæ* se sont vraisemblablement détachés aussi des *Phenacodontidæ*. Les plus anciens tapirs et rhinocéros étaient très proches parents : il n'est pas impossible que leur ancêtre commun ait déjà été un véritable Périssodactyle.

3. *Macrauchenia* et *Meniscotherium* sont des Périssodactyles qui se sont « modernisés » à l'égard de la dentition, tandis qu'ils sont restés encore à un stade très primitif en ce qui concerne la structure de leurs extrémités : ils forment, en quelque sorte, la série « inadaptive » des Imparidigités.

4. Il existe aussi, parmi les Périssodactyles, un grand nombre de formes qui se sont complètement éteintes. La cause de cette extinction doit vraisemblablement être cherchée dans une réduction prématurée de la dentition. En effet, les types disparus sont précisément ceux chez lesquels la prémolaire la plus antérieure (Pr_1) a été perdue, tandis que, d'autre part, ceux qui l'ont conservée ont persisté jusqu'à nos jours, ou, au moins, jusque dans les dépôts tertiaires récents. Cette 4e prémolaire et aussi, dans une certaine mesure, les canines et les incisives ont contribué à la consolidation des prémolaires postérieures devenues semblables aux molaires, disposition grâce à laquelle

(1) M. Schlosser. *Zur Stammesgeschichte der Hufthiere*. Zoologischer Anzeiger. 1885. N° 210, p. 683.

une augmentation considérable de la surface de mastication fut obtenue. Or, cet accroissement est d'une importance capitale pour la nutrition, surtout au commencement de l'époque miocène où les graminées coriaces, demandant à être finement divisées, remplacent les végétaux à feuilles charnues. Les formes, qui perdirent la quatrième prémolaire de bonne heure ne virent point se fortifier d'une manière suffisante leur surface de mastication, et s'éteignirent faute de pouvoir s'assimiler la nouvelle nourriture.

5. Tandis que, chez les Paridigités, la cause de l'extinction doit surtout être cherchée dans l'inadaptivité des membres, c'est plutôt dans la dentition qu'elle réside pour les Périssodactyles. Néanmoins *Macrauchenia* et *Meniscotherium* sont des exceptions à cette règle ; car, ainsi que nous l'avons dit, la structure de leurs pattes constituait un véritable anachronisme.

6. Les *Hyracidæ* proviennent d'une forme primitive bunodonte et pentadactyle qui s'est également détachée des *Condylarthra ;* ils possèdent pourtant certains caractères primitifs (nombre et disposition des os du carpe et du tarse) que les *Condylarthra* ont déjà perdus. Le développement ultérieur des *Hyracidæ* se fit suivant le type des Périssodactyles, sauf pour le carpe et le tarse qui conservèrent leur organisation archaïque, attendu qu'elle était parfaitement appropriée au mode de vie, — analogue à celui des Rongeurs, — des damans et de leurs alliés.

7. Les Artiodactyles proviennent, comme les Périssodactyles, des *Condylarthra ;* leurs ancêtres ne sont pas encore connus avec certitude, mais ils ne devaient pas être éloignés des *Periptychidæ*.

8. Les genres *Conoryctes* et *Achænodon* sont très voisins des Artiodactyles bunodontes. Quoique les extrémités du dernier soient encore inconnues, et que M. Cope le range définitivement dans les Insectivores, il appartient sans nul doute aux Ongulés, et doit vraisemblablement être placé dans le voisinage des *Periptychidæ*. Quant aux relations de *Conoryctes*, un véritable Périptychide, avec les Artiodactyles, elles sont évidentes ; car sa dentition de lait se comporte par rapport à la dentition définitive exactement de même que chez ces derniers. La molaire de lait postérieure du susmaxillaire a également ici la structure d'une molaire ; l'avant-dernière est aussi allongée en avant, possède une section triangulaire et deux tubercules externes, ainsi qu'un grand tubercule interne, celui-ci dans le voisinage du bord postérieur.

9. Les prémolaires n'étaient primitivement rien autre chose que

des cônes comprimés latéralement, comme chez les Carnivores ; mais elles se compliquèrent de plus en plus par l'addition de tubercules et de crêtes sur la face interne ; cependant, la dernière prémolaire du susmaxillaire de beaucoup de Périssodactyles et de Suidés fut encore fortifiée par la naissance d'un second tubercule externe. Enfin, chez beaucoup d'Ongulés, les prémolaires ont acquis la structure des molaires, notamment chez les Périssodactyles ; chez les Artiodactyles, cela n'aurait lieu que pour *Agriochœrus*, *Dicotyles*, *Dichodon*, bien que la transformation ait également été poussée très loin chez les types les plus spécialisés de chaque série de formes (comme *Alces* et *Camelopardalis*, parmi les Cerfs). D'ailleurs, la modification des prémolaires est beaucoup moins nécessaire chez les Paridigités que chez les Imparidigités : car une partie est plus ou moins omnivore, et les autres ont, par compensation, la faculté de ruminer.

10. Les molaires étaient, chez les ancêtres des Périssodactyles et des Artiodactyles, franchement bunodontes. Les supérieures se seraient développées, d'après Cope, de dents trituberculées, comme on en rencontre encore chez *Didelphis* et chez les Insectivores : les inférieures, aux dépens d'une forme plus ou moins tuberculo-carnassière, comme on en voit aussi chez ces Mammifères. Par la compression bilatérale auraient pris naissance, aux dépens de ces formes primitives, les carnassières supérieure et inférieure des Carnivores : par l'addition d'un second tubercule interne, et la dépression des tubercules, on aurait d'autre part la molaire inférieure des Ongulés. Chez les *Condylarthra* et même chez beaucoup d'anciens Périssodactyles, la moitié antérieure des molaires inférieures est encore beaucoup plus élevée et plus compliquée que la postérieure : d'autre part, dans la mâchoire supérieure, plusieurs *Condylarthra* ont encore gardé le type trituberculé. Tantôt, comme nous l'avons déjà dit, vient s'ajouter un second tubercule interne, auquel se joignent de petites collines, qui se groupent en séries chez les ancêtres des Périssodactyles *(Phenacodus)* et finissent par confluer. Chez les précurseurs des Artiodactyles, il se forma, à ce qu'il paraît, un grand nombre de tubercules accessoires, qui cependant, à l'exception de deux, n'ont pas grande signification. De ces molaires supérieures à six tubercules des Paridigités, naquirent bientôt les dents à cinq tubercules ou à cinq croissants ; car un des six tubercules, soit dans la moitié antérieure, soit dans la moitié postérieure, ne tarda pas à être éliminé par les autres. Toutes les modifications commencent par la molaire la plus antérieure.

11. Les Canines et les Incisives étaient encore conformées chez les

premiers Ongulés comme chez les Carnivores. Nous trouvons cette forme également chez les *Condylarthra* et chez les plus anciens Paridigités et Imparidigités. Mais, dans la suite, ces dents devinrent, dans les Périssodactyles et les Artiodactyles, plus faibles, disparurent, ou prirent une autre forme : c'est ainsi que les canines inférieures des Ruminants ressemblent complètement à des incisives. Les canines se conservèrent le plus longtemps chez les mâles.

12. La forme des diverses dents, notamment celle des canines et des incisives, est loin d'être invariable ; elle dépend uniquement des besoins. L'exemple le plus instructif nous est fourni, à cet égard, par *Xiphodontherium*, chez lequel la canine inférieure a déjà complètement la forme d'une incisive, tandis que la prémolaire la plus antérieure a pris celle d'une canine.

13. Les précurseurs des *Condylarthra* étaient, sans aucun doute, des Carnivores, notamment ceux qui se rapprochent le plus des Insectivores (Il va de soi qu'il s'agit ici des Insectivores généralisés, et non de formes spécialisées telles que celles de nos jours). Ces précurseurs devaient avoir un très grand nombre de dents et des molaires très semblables à celles de *Didelphis* ou de *Sorex*. Ces types ancestraux hypothétiques proviennent vraisemblablement de quelques Mammifères du Purbeckien décrits par Owen ; du moins, il s'en trouve parmi eux *(Amblotherium, Achyrodon, Stylodon)* qui ont tous les caractères nécessaires pour être considérés comme la souche commune des Ongulés et des Carnivores.

14. La dentition aurait, comme Rütimeyer l'a soutenu très justement contre Kowalevsky, une importance aussi grande pour la phylogénie que les extrémités.

La peau de Diclonius (1). — Une portion du tégument de la région pelvienne de ce Dinosaurien nous a été conservée. Elle est indiquée par une mince couche brune semblable à celle rencontrée antérieurement dans le voisinage du bec. Elle est formée par de petites écailles discoïdes, subpentagonales, dont les bords sont biseautés et dentelés. Ces écailles ressembleraient énormément aux divisions de la peau du *Rhinoceros sondaicus ;* elles ont environ 0^m, 01 de diamètre.

(1) E. D. Cope. *The Angle and skin of the Dinosaur* Diclonius mirabilis. American naturalist, décembre 1885.

Origine des membres chez les Vertébrés (1). — M. le Dr Baur vient de publier les résultats de ses recherches sur les membres des Vertébrés. Voici ses conclusions :

1. Il n'existe point d'homodynamie entre le squelette des membres et celui des branchies (Thatcher, Mivart, Balfour, v. Rautenfeld, Dohrn).

2. L'origine des nageoires paires est semblable à celle des nageoires impaires. Les premières consistent de rayons parallèles perpendiculaires à l'axe du corps (Thatcher, Mivart, etc.).

3. Ces rayons s'unissent proximalement pour constituer le basiptérygium.

4. Les extrémités des Vertébrés supérieurs sont dérivées des nageoires par une rotation de 180° de ces dernières dans le sens des aiguilles d'une montre.

5. Les extrémités des Vertébrés supérieurs ont pris naissance par la réduction du proptérygium, du mésoptérygium et des rayons contigus du métaptérygium.

6. Une ligne tirée par l'humérus, le radius, le radial, le premier carpien, le premier métacarpien et le premier doigt des Batraciens Urodèles correspond à une ligne suivant le basiptérygium, ou premier rayon du métaptérygium.

7. Les extrémités les plus archaïques des Vertébrés supérieurs sont celles des *Menopomidæ*, de *Salamandrella* et de *Ranodon*, parmi les Batraciens (deux centraux); de *Plesiosaurus*, de *Pliosaurus*, de *Baptanodon*. C'est un fait de grande importance que la présence de deux centraux dans le carpe des Rhynchocéphaliens *(Hatteria, Proterosaurus)*.

8. La réduction des rayons radiaux dans les Vertébrés supérieurs est un phénomène secondaire produit par l'adaptation à la vie terrestre.

Rats nichant dans les arbres (2). — J'ai observé, dit M. W. H. Turner, dans le voisinage de New Almaden (Californie), durant le mois d'août de cette année, que, dans beaucoup de petits chênes, il y avait des amas de branches, dont quelques-uns étaient même assez volumineux. En les examinant de plus près, je remarquai que ces branches avaient été coupées par un rongeur. Ces nids étaient habités par une espèce de rat de la taille du rat domes-

(1) G. Baur. *Preliminary Note on the Origin of Limbs.* American Naturalist, novembre 1885.

(2) American Naturalist. 1885.

tique, mais d'un aspect plus agréable et avec de grandes oreilles. Il appartient probablement au genre *Neotoma* de Say et Ord. Le rat qui bâtit, sur le sol, un nid conique d'une hauteur de deux ou trois pieds, appartient probablement à la même espèce que celui qui vit dans les arbres ; car je trouvai des nids des deux très près l'un de l'autre, et, parfois, le nid était à moitié sur la terre, à moitié sur l'arbre.

L. Dollo.

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE

—

Les peuples de l'Autriche-Hongrie. — Nos lecteurs savent déjà que l'archiduc Rodolphe a entrepris la publication d'un ouvrage monumental sur la monarchie austro-hongroise qu'il est appelé à gouverner un jour (1). Quatre livraisons ont déjà paru. Nous comptons bien revenir sur la partie ethnographique de cette œuvre du savant héritier présomptif de l'empire autrichien ; mais dès aujourd'hui il nous a paru intéressant de citer l'esquisse ethnologique sommaire, tracée par le prince, des races si variées de l'Autriche-Hongrie.

« Nous décrirons, dit l'archiduc, le peuple de Vienne, sa vie élégante et ses goûts artistiques ; l'habitant de la Basse-Autriche, celui des plaines et celui des montagnes ; l'habitant de la Haute-Autriche, le Salzbourgeois des hautes Alpes, qui mène dans la lutte contre les éléments une vie rude au milieu d'une nature grandiose. Plus loin, c'est le riche paysan des régions fruitières, le Tyrolien, qui dans ses étroites vallées, dans ses charmants petits villages, a gardé les mœurs et les costumes pittoresques de ses ancêtres. Sur le versant méridional des Alpes, nous trouvons les Tyroliens romans et les Ladines, le montagnard de la Styrie, le Carniote, les Slovènes au costume bigarré et les Istriens. Les couleurs deviennent de plus en plus vives, voici les Dalmates avec leur riche costume et leurs armes étincelantes. En Bohême, le tableau est plus simple ; mais au nord et à l'ouest les Allemands, au centre les Tchèques et les Moraves présentent de nouveau un ensemble riche de couleurs. L'impression s'accentue, quand on

(1) *Die österreich-ungarische Monarchie in Wort und Bild.* L'ouvrage paraît en allemand et en hongrois par livraisons de deux feuilles (32 pp.), le 1er et le 15 de chaque mois. Il comprendra de 10 à 15 livraisons. La première livraison, qui contenait la préface écrite par l'archiduc Rodolphe et dont nous donnons ici un extrait, a été tirée à 100 000 exemplaires.

étudie successivement les Silésiens d'origine germanique et ceux de provenance slave, les Polonais de la Galicie et les Ruthènes.

» Enfin nous avons la Hongrie, la Hongrie des Magyars, où la vie nationale est si puissante. Il y a d'abord les Szekles, une race des plus originales et des plus pures, les Slovaques du nord ; les Roumains, descendant de la Rome antique, les Serbes et les Croates. Puis les colonies sporadiques : les Saxons de Transylvanie, qui ont gardé depuis des siècles les mœurs et les coutumes de la patrie ; les Arméniens, émigrés de la Bulgarie ; les Juifs qui, cependant tout en gardant le caractère de leur race, se sont répandus dans toutes les contrées de la monarchie autrichienne ; les Tziganes, nomades pour la plupart, mais dont quelques familles ont fini par se fixer dans des villages hongrois. »

Étudier ces nationalités et ces races variées, en présenter les types caractéristiques, analyser leurs dialectes, leurs coutumes et leur genre de vie, décrire leurs habitations, leurs ressources, leurs fêtes, leur poésie nationale, leurs anciens costumes, leurs armes, tel est le but que se sont proposé l'archiduc Rodolphe et les collaborateurs associés à son œuvre.

Les cités lacustres de l'Écosse. — M. R. Munro avait organisé l'an dernier des explorations très complètes dans les *crannoges* d'Écosse. Il en a fait le récit dans un discours prononcé à Aberdeen lors des réunions de l'Association britannique. Voici les conclusions ethnographiques qui s'en dégagent (1).

L'examen comparatif des restes trouvés dans les *crannoges* avec les antiquités celtiques a fait naître la conviction que les cités lacustres de l'Écosse sont l'œuvre du génie celtique, et qu'elles furent établies dans un but de défense. Celles de la partie sud-ouest de la contrée atteignirent leur plus grand développement à l'époque post-romaine, après que la protection des Romains vint à manquer aux habitants et que, livrés à eux-mêmes, ils eurent à lutter contre les Angles à l'est, contre les Pictes et les Scots au nord.

Peut-on établir une relation entre les palafittes d'Écosse et celles du reste de l'Europe ? M. Munro croit que les Celtes de la Bretagne appartenaient au même rameau que celui qui fonda les cités lacustres de Suisse. Ce rameau a dû émigrer en Bretagne à l'époque où les palafittes étaient florissantes dans l'Europe centrale. Il retint la coutume

(1) Voir NATURE, n° du 15 oct. 1885, p. 588.

de ce genre d'habitation longtemps après qu'il eut disparu du continent. Si cette hypothèse est juste, on comprend pourquoi nous voyons les immigrants des époques postérieures, Belges, Angles, etc., employer d'autres moyens de défense. Ils avaient complètement oublié l'usage des palafittes.

M. Munro a essayé de démontrer que la distribution géographique des cités lacustres sur le sol de l'Écosse correspond assez exactement avec les limites du premier territoire occupé par les Celtes.

Les Lapons. — L'attention a été ramenée sur ce peuple par l'arrivée à Londres en 1885 d'une famille de Lapons composée de sept membres. Venue du district de Karasjok, la famille Anti s'est établie pendant plusieurs mois à *Alexandra Palace*, gardant tous les usages de la mère patrie, avec ses tentes, ses meubles et jusqu'à ses rennes.

M. le professeur A. H. Keane a profité du séjour de ces Lapons à Londres pour les étudier de plus près, et il a fait part du résultat de ses recherches à l'*Institut anthropologique* (1).

Les Lapons, répandus au nord-ouest de l'Europe, entre l'Atlantique et la mer Blanche, sur un territoire de 150 000 milles carrés atteignent à peine le chiffre de 30 000. On distingue les Lapons de la Russie, pêcheurs et montagnards; ils sont 3000; puis les Lapons de la Suède, habitants du district de Lappemarken, également pêcheurs et nomades, mais aussi bûcherons ; viennent enfin les Lapons norwégiens du Finmarken. Ce sont les plus nombreux ; on en compte à peu près 16 000, tandis que ceux de la Suède ne sont pas 7000. Au point de vue ethnographique les Lapons norwégiens sont aussi les plus importants, car ils ont subi peu de mélange (2). La famille Anti appartient à ce groupe.

La dénomination ethnographique de *Lapon* est relativement récente, elle ne remonte pas au delà du XIIIe siècle. Elle est inconnue aux

(1) *The Lapps : their origin, affinities, habits and customs.* Extrait du JOURN. OF THE ANTHROP. INSTITUTE, novembre 1885. Nous signalons aussi à nos lecteurs de très intéressantes notes ethnographiques recueillies en Laponie, par M. Ch. Rabot, chargé d'une mission scientifique du ministère de l'instruction publique de France. Voir REVUE D'ETHNOGRAPHIE, 1885, pp. 23-60.

(2) Le travail ethnographipue de M. Keane a été complété par M. Garson, qui a fait l'anthropologie des Lapons dans son article intitulé : *On the physical characteristics of the Lapps.* Voir JOURNAL OF THE ANTHROP. INSTITUTE, p. 235. Dans le même périodique (t. XV, 1885, p. 210), le prince Roland Bonaparte a une note très importante, illustrée par des photographies typiques, sur les Lapons du Finmarken.

Lapons eux-mêmes, qui se nomment *Samelats*, aux Danois et aux Norwégiens, qui désignent les Lapons par le terme de *Finner* ou de *Finn*. Ce sont les Suédois, les Russes et les Anglo-Saxons qui ont mis en vogue le nom de *Lappar*, *Lopari*, *Lapps*.

Ces deux termes ont leur raison d'être. Celui de *Lapon* est convenablement choisi pour distinguer le rameau du tronc principal, et celui de *Finn* rappelle la race à laquelle se rattachent les Lapons.

On est peu d'accord sur la valeur étymologique du mot *Lapp*. D'aucuns lui donnent le sens de « nain » ; d'autres, le dérivant du mot *lappi* « extrémité », voient dans le Lapon l'habitant de l'*Ultima Thule*. Le Dr Svenonius, s'appuyant sur le sens du mot *lappah*, dit que les *Lappar* sont « les troglodytes » (1). M. Keane penche plutôt pour l'opinion du professeur Friis, de Christiania, qui rapproche le nom des Lapons d'une ancienne racine finnoise *lâppaa* « errer, émigrer ». Dans cette hypothèse, les Lapons seraient « les nomades ».

Les Lapons semblent bien être les premiers possesseurs du sol qu'ils occupent. On sait que l'ethnographie préhistorique identifie avec eux les habitants primitifs des âges de la pierre dans l'Europe centrale et occidentale. M. Keane objecte contre cette théorie que, dès l'époque néolithique, les Lapons étaient séparés du reste de l'Europe par les Norrois, dont les monuments funéraires couvrent toute la partie méridionale de la péninsule scandinave (2).

Les Lapons, qui appartiennent incontestablement à la grande famille finno-tatare ou ouralo-altaïque, sont originaires de l'Asie centrale. Leurs légendes nationales, leurs mythes accusent une provenance orientale et se reportent vers les rives du lac Baïkal et les versants de l'Altaï.

Malgré les plus grands efforts tentés par les gouvernements suédois et norwégien pour éteindre l'idiome lapon, il est demeuré vivant. Le lapon est une langue finnoise agglutinative : les formes verbales sont nombreuses et compliquées. On décline les adverbes. Par une étrange coïncidence, les termes *mecum*, *tecum*, *secum* du latin sont en lapon *mokum*, *tokum*, *sokum*. Il n'en eût pas fallu davantage autrefois pour affirmer la parenté des deux langues.

(1) Le Dr Svenonius visita la Laponie suédoise en 1884. A la séance du 16 janvier 1885, il rendit compte de son voyage à la Société suédoise de géographie et d'anthropologie. Cfr MATÉRIAUX POUR SERVIR A L'HISTOIRE DE L'HOMME, juillet 1885, p. 330.

(2) D'accord avec M. Boyd Dawkins (*Early Man in Britain*), M. Keane pense que l'on peut avec plus de probabilité retrouver dans l'homme paléolithique le type des Esquimaux, assez différents des Lapons. Cfr Beddoe, *The Races of Britain*, 1885, p. 9.

La littérature est peu développée. On devrait étudier le lapon d'une manière scientifique, les derniers travaux datent de plus d'un siècle. Espérons que la publication du premier vocabulaire norwégien-latin-lapon, qui vient de paraître à Christiania, marquera le point de départ d'études nouvelles et méthodiques.

Ethnogénie russe. — Il s'est formé, au sein de la Société d'ethnographie de Paris, une *Commission de l'ethnogénie des populations de l'empire russe*. Cette commission est composée de MM. Castaing, président, Louis de Ziélinski, secrétaire, Cahun, Maltebrun, Michalowski, Duchinski, Jules Oppert et de Rosny. Le premier fascicule des documents relatifs à ses travaux vient de paraître. Nous en donnons ici une analyse sommaire, et nous comptons tenir les lecteurs de la *Revue* au courant des publications subséquentes de la Commission.

Après une courte notice sur la constitution de la Commission, M. Louis de Ziélinski expose l'état de la question slave. Il commence par établir qu'il existe une ligne de séparation très marquée entre les races européennes et les populations asiatiques : c'est la vallée du Don. Au delà du Don, à l'est, il n'y a plus d'Européens, c'est-à-dire que, comme l'écrivait Mirabeau dans une phrase demeurée célèbre, « les Russes ne sont Européens qu'en suite d'une définition déclaratoire de leur souveraine. »

En effet, l'on s'imaginerait à tort que la Russie ait le moindre droit à prendre la tête du mouvement panslaviste. Cette prétention, peu justifiée par l'ethnographie, date surtout de 1767, époque de la publication du *Nakaze* de Catherine II, affirmant que les Russes doivent être considérés comme Européens, parce que Pierre le Grand a remplacé les mœurs nationales russes par les mœurs européennes. Dans un autre écrit, l'impératrice disait que « ce serait un scandale pour la nation russe, si l'on admettait qu'elle est d'origine tchoudique, » c'est-à-dire finnoise ou ouralo-altaïque.

Voilà la pierre d'achoppement contre laquelle se heurte depuis longtemps l'ethnogénie russe. Les Grands-Russes, leur souverain en tête, renient leurs origines touraniennes ; ils veulent entrer de force dans la famille aryenne, et en particulier prétendent à tout prix revendiquer leur parenté avec les Slaves. Cette erreur a fait son chemin. Bon nombre d'écrivains à gages et de politiques complaisants ont été trouvés pour affirmer qu'il n'y a aucune différence essentielle de race entre le Moscovite d'Europe et le Moscovite d'Asie.

Mais la science n'est pas toujours au service des diplomaties et de

l'amour-propre national ; tôt ou tard, elle rencontre des esprits assez indépendants pour oser rechercher la vérité et des voix assez libres pour la proclamer. Nous devons à M. Duchinski de Kiew d'avoir vu battre en brèche l'ethnogénie officielle, imaginée par les politiques russes. Il a posé nettement la question sur son véritable terrain, et l'a dégagée des obstacles qui obstruaient l'entrée même de la route.

Désormais la Commission de l'ethnogénie russe peut aborder ses travaux, et quitter les discussions d'ethnographie politique pour les recherches plus utiles de l'ethnologie scientifique. Nous lui souhaitons de ne pas tarder à entrer dans cette voie.

Les Jagnaous. — Il faut reconnaître sous ce nom, mis en vogue par deux explorateurs français en Asie centrale, MM. Capus et Bonvalot (1), la tribu éranienne des *Yagnobis*, dont nous-même avons autrefois étudié le curieux dialecte (2) et esquissé les caractères ethnologiques (3). Complétons ces données par les récentes observations de M. Capus (4).

Les Jagnaous tirent leur nom de la rivière *Jagnaou*, qui coule à l'est de Samarcande, dans le Kohistan (bassin du Zerafschan). Cette rivière a creusé son lit dans une vallée qui se prolonge sur une ligne d'environ 125 kilomètres, entre des chaînes de montagnes qui s'élèvent souvent à 13 000 et 14 000 pieds.

La population de la vallée, qui atteint à peine le chiffre de 2100 habitants, est partagée en vingt-sept villages. Douze sont situés sur la rive droite, quinze sur la rive gauche du Jagnaou. Les Jagnaous s'occupent en partie d'agriculture, en partie de l'élève du bétail. Ils cultivent le blé, l'orge, une espèce de haricot et, dans les basses vallées, un peu de lin, la luzerne et les fèves. Malheureusement les rendements sont très insuffisants. Le bétail consiste en chevaux, vaches, moutons et chèvres. En été, pendant trois mois (juin, juillet, août), les Jagnaous quittent leurs villages, et montent sur les hauteurs avec leurs troupeaux pour chercher des pacages jusqu'à 8000 et 11 000 pieds. Aux premiers froids de l'automne, ils reviennent sur leurs pas.

(1) M. Bonvalot a consigné les résultats de ces explorations dans deux ouvrages très intéressants. *De Moscou en Bactriane*, 1884 et *Du Kohistan à la Caspienne*, 1885, Paris, librairie Plon.

(2) *Le Yidghah et le yagnobi, étude sur deux dialectes de l'Asie centrale.* ANN. DE LA SOC. SCIENT. DE BRUXELLES. 7e année, pp. 255-285.

(3) Voir REV. DES QUESTIONS SCIENT., oct 1883, pp. 385-428.

(4) REVUE D'ETHNOGRAPHIE, t. IV, mai-juin 1885, pp. 233-253.

Les Jagnaous sont musulmans. D'après M. Capus, le type pur ressemble très fort à celui du Tzigane. Une des particularités du costume jagnaou est le *galtcha*. Depuis quelques années, ce nom de *galtcha* joue un grand rôle dans l'ethnographie et dans l'anthropologie (1). On désignait par ce terme certaines tribus de l'Asie centrale, que l'on disait avoir maintenu avec plus de pureté le type aryaque. Eh bien, s'il faut en croire M. Capus, le *galtcha* ne serait pas autre chose qu'une sorte de chaussure très employée dans les montagnes du centre de l'Asie. Il n'est pas impossible cependant que ce terme ait en même temps servi de dénomination ethnique ; car il est incontestable que Bénédict Goëz et M. de Ujfalvy ont entendu parler des *Calcienses populi* et des *Galtchas*. Comme le remarque très justement M. Deniker (2), « il n'y aurait rien d'étrange à ce que les Tadjiks des montagnes soient appelés « galtchas » d'après la chaussure qu'ils portent, comme les Kara-Kolpaks l'ont été d'après le « bonnet noir » en astrakan qu'ils avaient jadis et qu'ils ont encore à présent (3). »

Les Birmans. — Malgré les travaux de Crawfurd, Pemberton, Yule, Phayre, Mason, Cushing et Bigandet, l'ethnologie de la Birmanie est encore peu avancée, et ce n'est qu'à titre de données très provisoires qu'on doit accepter les notes récemment fournies par M. Fernand Hué (4). Nous les compléterons du reste par le travail de M. H. R. Spearman qui a paru dans le *British Burmah Gazetteer*, et qui a été traduit par M. J. Harmand (5).

Les indigènes du pays appelé Birmanie se divisent en une infinité de tribus et même de familles. M. Hué cite les Singpos, les Shans, les Kyens, les Kakyens, les Kathays, les Yinnees, les Yinbaus, les Karens, les Paloungs, etc. Toutefois, si l'on examine de plus près les mœurs, les usages, les dialectes, les traditions, il n'est pas impossible d'introduire un certain ordre dans ce fouillis à première vue inextricable. M. Spearman croit donc pouvoir grouper les populations de la Birmanie en quatre branches principales : les *Birmans*, les *Talaing*

(1) Voir dans notre récent ouvrage, *Essais de mythologie et de philologie comparée*, pp. 244-249, un résumé des recherches ethnographiques sur les Galtchas.

(2) Revue d'ethnographie, n. 4, juillet-août 1885, p. 365.

(3) En turc *Kara* = noir et *kalpak* = bonnet. Voir Diefenbach, *Völkerkunde Osteuropas*, t. II, p. 160. M. Deniker écrit *Kara-Kolpaks*. La forme usitée par tous les auteurs est *Kara-Kalpaks*.

(4) La Gazette géographique, n. du 5 nov. 1885, pp. 361-369.

(5) *Birmanie. Résumé ethnographique et linguistique.*

ou *Pégouans*, les *Kareng* et les *Shans*. Dans cette division ne sont néanmoins pas compris les sauvages de l'Arakan, ni les *Selungs* de l'archipel de Mergui. Comme les *Talaing* et les *Kareng* sont des races très différentes des Birmans, — les premiers viennent de l'Inde et les seconds du nord de la Chine, — et comme nous avons parlé des *Shans* dans un de nos précédents bulletins, nous pouvons nous borner ici à dire un mot des *Birmans*.

Les Birmans se donnent à eux-mêmes le nom de *Myam-ma* ou *Mram-ma*, qu'on prononce *Byam-ma* ou *Bam-ma*. Aux Chinois et aux Thibétains ils sont connus sous le nom de *Miens*. Pour Hodgson, ce nom de *Myam-ma* dériverait d'un terme indigène signifiant «homme». Sir Arthur Phayre le tire du mot pâli *brah-ma* « être, esprit céleste». Enfin Mgr Bigandet croit que *Myam-ma* est une simple corruption du mot chinois *Mien*.

Les Birmans sont indubitablement d'origine tatare, apparentés aux Thibétains et primitivement descendus du Thibet. D'ailleurs, les traits principaux de la physionomie se ressemblent, le vocabulaire offre de grandes analogies et, pour les deux idiomes, la disposition des mots dans la phrase est identique.

La linguistique indo-chinoise. — Cette année, M. Terrien de la Couperie a pris pour sujet de ses conférences à l'*University college* de Londres la philologie indo-chinoise. Voici le résumé de la première conférence qui portait sur « les langues de l'Indo-Chine, d'après les derniers progrès de la science du langage » (1).

On avait cru longtemps que les langues du Thibet, de la Birmanie, de Pégu, de Siam, de l'Annam et de la Chine, généralement appelées *monosyllabiques*, représentaient encore à notre époque le type vivant du prétendu langage primitif où toutes les racines n'auraient eu qu'une syllabe.

Eh bien, ce monosyllabisme, non seulement n'existe plus, mais n'a jamais existé. En réalité, il y a, d'après M. Terrien de la Couperie, trois sortes de monosyllabisme : celui de la décadence, celui de l'écriture et celui de l'élocution. C'est à ce dernier qu'appartiennent les langues de l'Asie méridionale de l'Est, tandis que le monosyllabisme de l'anglais est celui de la décadence.

C'est qu'en effet la période de création des racines n'a pas encore cessé et se continue même aujourd'hui. Pourquoi? Parce que les racines

(1) ACADEMY, nº du 4 oct. 1885, pp. 276 et suiv.

sont le produit du travail inconscient de la pensée cherchant des symboles pour des idées générales. La nature du langage est d'être dans un état permanent d'évolution et de transformation. Or il n'est pas probable que primitivement d'autres activités étaient en œuvre, différentes de celles qui agissent aujourd'hui.

Les langues monosyllabiques portent aussi le nom d'*isolantes*, parce qu'elles séparent les termes de signification des termes de relation. Les premiers seuls ont la faculté de s'unir entre eux pour dépérir ensuite ou se contracter par l'usage. Leur décadence est souvent le résultat d'une différence de son résultant de la prononciation. On a considéré ces variations de tons comme un vestige du langage de l'humanité primitive, alors que le langage n'était que le chant de l'âme. En fait, ils constituent un phénomène général d'équilibre linguistique.

Les langues de l'Indo-Chine accusent un état de décadence très avancé. On peut jusqu'à un certain point rétablir leur phonétique primitive par la paléographique et des comparaison dialectales. Par leur grammaire, elles rentrent dans la quatrième des six divisions aujourd'hui admises en linguistique : encapsulation, incorporation, allitération, idiomes isolants, agglutination, langues amalgamées. Ces divisions représentent divers états, mais nullement des étages successifs. Ces états résultent des deux grandes forces productrices du langage : la faculté intellectuelle de concevoir et d'exprimer des idées générales et la paresse native des organes de la parole. Parfois ces deux actions se combinent, d'autres fois elles se font opposition à tous les degrés d'énergie, parfois enfin leurs actions sont indépendantes.

Le curieux phénomène des langues mixtes et hybrides reçoit de grandes lumières des idiomes de l'Indo-Chine. Une langue est dite *mixte*, quand son vocabulaire seul est imprégné de mots étrangers ; *hybride*, quand sa grammaire est désintégrée. La grammaire est dite posséder l'évolution *interne*, quand son développement demeure identique à ses tendances primitives ; l'évolution est *externe*, dans le cas de mélange avec une autre grammaire.

Les langues de l'Indo-Chine appartiennent à deux rameaux principaux : le rameau *touranien* et le rameau *himalayen*. Cette division fait abstraction d'un résidu de dialectes négritos et papous peu nombreux.

Le rameau *touranien*, ou famille du Kouen-lun, comprend : *a*) la famille *chinoise*, *b*) le groupe *tibéto-birman*, *c*) le groupe *yao-karen*, *d*) la famille *dravidienne*.

Le rameau *himalayen* se subdivise à son tour en deux branches :

l'*indien*, qui se compose des langues kolariennes (1) et l'*indo-pacifique*, c'est-à-dire : *a*) le *Môn Taii*, qui renferme le *Môn Annam* et le *Taii Shan*, *b*) le *malayen*, *c*) le *polynésien*, *d*) le *micronésien*.

Les indigènes des Philippines. — Déjà deux fois dans nos précédents bulletins (2), nous avons eu l'occasion de parler des populations des Philippines. Depuis lors a paru le bel ouvrage du Dr Montano (3). Nous pouvons donc aujourd'hui fournir une classification assez complète des diverses races des Philippines (4).

On distingue trois races différentes : les Malais, les autochtones et les Indonésiens.

Les Malais se subdivisent à leur tour en Malais catholiques et en Malais musulmans. Au premier groupe appartiennent les *Tagals*, les *Bicols* et les *Bisayas*. Les *Tagals* forment le fonds de la population de Manille. Répandus un peu partout, ils sont parfaitement civilisés et aiment le luxe jusqu'à la folie. On en jugera par ce seul trait qu'il n'est pas rare de voir des Tagals porter des chemises en fibres d'ananas, valant jusqu'à 500 francs.

Les *Bicols* parlent un dialecte peu différent de celui des *Tagals*. Ils sont 300 000 et se rencontrent surtout dans les provinces de Camarines-Norte, de Camarines-Sur, d'Albay, et dans une partie des Tayabos. Il règne chez les *Bicols* un usage curieux : ils se font limer transversalement la face antérieure des incisives supérieures. Chez beaucoup d'individus on remarque un kyste dans la nuque. Cette déformation provient de ce que, pour se guérir de la migraine, ils étirent la peau de la nuque entre les doigts médians de la main de manière à former un double pli séparé par un sillon qui loge le doigt medius. Enfin, autre détail à noter, chez les *Bicols* ce sont les femmes qui font les transactions importantes.

Les *Bisayas* habitent les côtes, ils atteignent le chiffre de 150 000. On a parfois le tort de les confondre avec d'autres indigènes depuis longtemps convertis et nommés *Reducidos*.

Les Malais musulmans sont au nombre de 300 000 et occupent la partie méridionale de l'archipel, à Palawan, aux Soulous, à Mindanao. Ils portent le nom de *Moros*. Remuants, dangereux et fanatiques, ils

(1) Comme nous l'avons vu plus haut, ce sont surtout les *Talaing* du Pégou qui parlent ces dialectes.

(2) 1885, juillet, p. 340 ; octobre, p. 680.

(3) *Voyage aux Philippines*, Paris 1885.

(4) Cfr Article de M. Raoul Postel, *Gazette géographique*, 26 novembre 1885.

pratiquent l'esclavage aux dépens des autres tribus, surtout des tribus catholiques.

Les autochtones, c'est-à-dire les plus anciens habitants, sont des *Négritos* ou *Petits Nègres*. Ils offrent un grand intérêt ethnographique. Ils ont été repoussés dans les montagnes du centre, d'abord par les Indonésiens dont nous parlerons tout à l'heure, ensuite par les Tagals. Les *Négritos* du nord sont une race paisible, très morale ; la propriété est établie chez eux sur des bases précises. Ils ont l'amour de la famille, le respect des morts, l'horreur de l'esclavage. Toutefois les Négritos de Mindanao sont plus farouches.

Par leur coloration cutanée et leurs cheveux crépus, les Négritos des Philippines présentent de très grandes analogies avec les nègres de l'Afrique et de la Nouvelle-Guinée. Mais ils sont brachycéphales ; leur taille est petite et ne dépasse pas en moyenne $1^{m},48$ pour les hommes et $1^{m},46$ pour les femmes. Le thorax est rétréci, les jambes n'ont pas de mollet et le pied est dévié en dedans.

Dans différents districts, les Négritos sont appelés *Atas*. Il ne faut pas cependant confondre ces *Atas* avec les *Atas* du district d'Albay, qui sont des Malais. Du reste, ce nom d'*Atas* n'est nullement une dénomination ethnique.

En troisième lieu, on trouve aux Philippines des Indonésiens. Ces peuples, qui tiennent à la famille polynésienne, sont arrivés aux Philippines avant les Malais. Très nombreux, ils se subdivisent en tribus à l'infini. Voici les principales : les *Bagobos*, les *Tagabawas*, les *Guiangos*, les *Samals*, les *Tagacaolos*, les *Mandayas*.

Les Indonésiens n'ont ni temples, ni idoles, ni prêtres. Ils adorent une trinité mystérieuse dont l'un des membres, *Dewâta*, exige de fréquents sacrifices humains. En somme les Indonésiens sont une race sanguinaire, redoutable aux Européens et aux Asiatiques. Les *Mandayas* surtout se vantent du titre de *bagani* « meurtrier », qu'on obtient après avoir abattu soixante têtes. Les *Bagobos* s'occupent de l'élève du cheval. Les *Tagabawas* sont planteurs et fabriquent des étoffes en fibres d'*abaca*, tandis que les *Guiangos* se livrent à l'agriculture. Les *Samals* sont riches, libres et très industrieux (1). Les *Tagacaolos* vivent de la chasse aux esclaves et du produit de leurs rapines. Enfin les *Mandayas* habitent des cases très primitives, juchées sur de hautes perches ou au sommet de gros arbres coupés.

(1) Sur cette tribu en particulier, voir un article de M. Alex. Schadenberg, *Die Bewohner von Süd-Mindanao und der Insel Samal* dans *Zeitschrift für Ethnol.*, 1885, pp. 45-57.

En résumé donc, les Philippines furent d'abord peuplées par des Négritos. Puis vinrent les Polynésiens et enfin les Malais. Au XVIe siècle, il y eut l'invasion espagnole, et voici venir les Chinois qui sont déjà 50 000 contre 10 000 Européens.

La philologie africaine. — Dans une des séances de l'Association britannique, M. R.N. Cust, secrétaire honoraire de la Société asiatique de Londres, a présenté un rapport sur les progrès accomplis dans la linguistique africaine (1) depuis qu'en 1847, R. G. Latham avait, à l'Association britannique réunie cette année-là à Oxford, lu un travail analogue.

Est-il besoin de le dire? depuis quarante ans la philologie africaine a réalisé d'immenses progrès (2). Les langues sémitiques et chamitiques du nord de la grande péninsule sont parfaitement connues (3). On désirerait toutefois — et les éléments de ce travail sont prêts — une étude comparée de tous les idiomes, afin d'établir jusqu'à quel point l'égyptien, le libyen et l'éthiopien ont des rapports de parenté.

Entre les Sémites et les Chamites du nord de l'Afrique et les nègres du centre et du sud, M. Cust préconise l'insertion d'un troisième groupe linguistique, celui des Nuba-Fulah. Toutefois les informations manquent encore sur les idiomes des Nyam-Nyam, des Monbuttos, des indigènes du Congo, du Shari, du Masai et du Kwafi.

Au centre de l'Afrique se meut une population de 200 millions d'hommes, parlant 195 langues différentes, sans compter 49 dialectes. Eh bien, aujourd'hui la plupart de ces langues sont connues des Européens, qui en ont publié des grammaires et des vocabulaires. Il resterait à grouper toutes ces langues d'une manière systématique, à en dresser la grammaire comparée, et surtout à remonter jusqu'au problème encore si discuté et toujours irrésolu de leurs origines.

Enfin au sud de l'équateur, on trouve la famille linguistique connue sous le nom de *bantou*. Jusqu'au cap de Bonne-Espérance, si nous exceptons quelques enclaves des Hottentots et des Buschimans, s'étend un système linguistique uniforme et identique, non seulement dans sa grammaire, mais même jusqu'à un certain point dans son vocabulaire.

(1) *On the Progress of African Philology.*

(2) M. Cust est lui-même l'un des plus ardents philologues qui ont contribué à l'étude des langues africaines. Voir son ouvrage: *Modern Languages of Africa*, 1883.

(3) Sur les langues chamitiques du nord de l'Afrique, voir un intéressant aperçu de M. Cust, *The hamitic Languages of North Africa*, dans TRANSACT. OF THE PHILOLOG. SOCIETY, 1884, pp. 572-577.

La famille *bantou* forme donc une famille linguistique dans un sens aussi rigoureux que les familles indo-européenne et sémitique. Néanmoins ce groupe ne comprend pas moins de 168 langues et de 75 dialectes, aujourd'hui presque tous connus. On le voit donc, il a été beaucoup fait depuis 1847 dans la philologie africaine, et l'on peut prévoir avec M. Cust que, dans un quart de siècle, la connaissance des idiomes de l'Afrique sera établie sur une base aussi ferme que celle sur laquelle s'appuie déjà maintenant la linguistique de l'Asie.

Les Pieds-Noirs. — C'est encore à une communication faite à l'Association britannique que nous empruntons ces renseignements sur les Pieds-Noirs (1). M. Horatio Hale a présenté sur cette tribu une étude qu'il devait à deux missionnaires : le R. P. Albert Lacombe, missionnaire catholique chez les *Siksika* ou Pieds-Noirs proprement dits, et le Rev. John Mac Lean, pasteur méthodiste chez les *Kena* et les *Piegans*. Le R. P. Lacombe est un américaniste distingué : on lui doit une grammaire et un dictionnaire de la langue *Cree*.

Les Indiens Pieds-Noirs se divisent en trois tribus : les *Siksika* ou Pieds-Noirs proprement dits, qui sont 2400 (2) ; les *Kena* au nombre de 2800 et 800 *Piekane* ou *Piegans*. A ces derniers se rattachent les *Sarcees* au nord et les *Atsinas* au sud. On compte environ 500 *Sarcees*, et on les dit apparentés à la grande famille américaine des *Athabasca*. Les *Ascinas*, c'est-à-dire Gros-Ventres, parlent un dialecte semblable à celui des *Arapohoes* qui habitent le territoire indien des États-Unis. C'est une langue très dure et très difficile, en usage seulement dans ces deux tribus.

Il y a cinquante ans, les cinq tribus des Pieds-Noirs avaient encore 30 000 hommes. En 1855 les trois tribus des *Siksika*, des *Kena* et des *Piegans* n'avaient plus que 7000 hommes ; aujourd'hui elles en comptent à peine 6000.

On est peu d'accord sur le pays d'origine des Pieds-Noirs. En 1789, Mackenzie les trouvait établis près du bras méridional du *Saskatchewan*, depuis sa source jusqu'à sa jonction avec le bras du nord. Mackenzie en conclut que les Pieds-Noirs émigrèrent du nord-ouest. Cette opinion est partagée par M. Mac Lean. Au contraire, le R. P. Lacombe, s'appuyant sur la tradition des Indiens, les croit venus dans leur territoire actuel du sud-ouest.

Les mêmes incertitudes planent sur le caractère linguistique de

(1) NATURE, n° du 1er oct. 1885, pp. 531-533.
(2) *Siksinam* veut dire *noir*, et *ka* est la racine du mot *oqhatsh* « pied ».

l'idiome des Pieds-Noirs. Pour Mackenzie, il n'offre aucune connexion avec l'algonquin. Après un double examen, M. Albert Gallatin conclut à la parenté (1). C'est aussi l'opinion du R. P. Lacombe, du moins en ce qui concerne la grammaire, qui est de l'algonquin pur. Le vocabulaire présente des divergences notables.

La mythologie pour le fonds accuse aussi l'influence des Algonquins: il y a néanmoins bon nombre de superstitions empruntées à d'autres tribus. Le Créateur s'appelle *Apiştotokin*; il est souvent identifié avec le soleil, *Natôs*, que les Pieds-Noirs nomment notre père, *Kinnon*. La terre également est une divinité ; on l'adore sous le nom de *Kikristonnon*. Souvent aussi il est question dans les légendes de *Napiw*, le héros et la principale divinité des *Sagas* algonquins. La plus remarquable cérémonie que célèbrent les Pieds-Noirs est la danse du soleil. Ils ne l'ont pas empruntée aux Algonquins.

Il ne faudrait pas s'imaginer que les différentes tribus des Pieds-Noirs soient réunies en confédération. Chaque tribu est parfaitement séparée et chacune a son chef indépendant.

Les Comanches. — Le Dr Ten Kate a visité en 1883 les Comanches dans leur pays. Il a pu vérifier ainsi les données souvent fantaisistes des voyageurs sur cette intéressante tribu d'Indiens, qui n'existera bientôt plus que dans les livres (2).

Les Comanches ne sont plus que 1600, cantonnés avec les Indiens Kioures et les Apaches dans la partie sud-ouest du territoire des Indiens d'Amérique. Ils se donnent le nom de *Nimènim* « peuple des peuples ».

On distingue chez les Comanches sept tribus principales dont voici les noms avec leur signification :

Yampateka = mangeurs (3) de *Yampa* (*Anethum sp.*).
Pénéteka = mangeurs de miel.
Ténéwa = peuples au foie.
Nokoui = vagabonds.
Kwadatitchasko = couturiers de peaux d'antilope.
Koshtchoteka = mangeurs de bison.
Pohonim = peuples des collines.

La taille des Comanches (en moyenne 1m69) est plus petite que

(1) *Synopsis of the Indian Tribes*, 1831.
(2) Revue d'ethnographie, t. IV, no 2, pp. 120-136.
(3) *Teka* veut dire mangeur.

celle des autres Indiens. Le type, celui de l'Indien Peau-Rouge, est constant chez les hommes.

Les Comanches sont polygames, mais on a beaucoup exagéré la condition misérable des femmes. Sans doute elles sont accablées de travaux assez durs ; pourtant il y a loin de la réalité à la légende qui leur prête une existence d'esclave ou de brute.

La langue des Comanches appartient à la famille appelée *numa*, et elle touche de très près à celle des Shoshones, des Utas, des Pah-Utas et des Moquis de l'Arizona. Elle est très répandue, et l'on pourrait à juste titre la nommer la langue diplomatique des régions du *Great South West*. On a prétendu que les Comanches manquaient de termes pour exprimer les nombres au-dessus de vingt. C'est une erreur, et le Dr Ten Kate affirme qu'ils comptent aisément jusqu'à dix mille et au delà.

On a fort peu de renseignements sur les idées religieuses des Comanches; mais, d'après le Dr Ten Kate, il est certain qu'ils n'adorent pas Montézuma, comme on l'a dit parfois. Leur culte est une sorte de sabéisme ; ils adorent le soleil comme créateur de toutes choses. Ils croient à la vie future, dont ils iront jouir dans un pays qu'ils nomment *Apamine*.

Les Australiens du Musée du Nord (1). — Pendant l'année 1884, on a exhibé au Musée du Nord à Bruxelles une troupe de sept Australiens, les mêmes que M. Cunningham montre en ce moment à Paris, amenés des îles Hinchinbrook et Palm (côte est de Queensland). MM. les DDrs Houzé et Victor Jacques, secrétaires de la Société d'anthropologie de Bruxelles, ont profité de cette occasion pour observer et étudier en détail ces curieux spécimens des races australiennes. M. Houzé a décrit les caractères physiques, et M. Jacques s'est occupé de la partie ethnographique.

Nous n'avons pas à insister ici sur la partie purement anthropologique de l'intéressant mémoire que nous analysons, cependant M. Houzé présente également certaines conclusions ethnographiques dont nous avons à dire un mot. Ces conclusions portent sur le point très important de savoir s'il y a en Australie unité, dualité ou pluralité de race. MM. de Quatrefages et Hamy (2), comme on le sait, se

(1) E. Houzé et V. Jacques, *Les Australiens du Musée du Nord*. Extr. du Bull. de la Soc. d'anthrop. de Bruxelles, t. III, 1884-1885. Bruxelles, Hayez, 1885.

(2) Dans *Crania ethnica*.

prononcent pour l'unité, tout en signalant des analogies et des différences. M. Houzé, au contraire, suivant en cela M. Topinard, se déclare pour la dualité. Cette thèse lui paraît tellement démontrée par l'étude des sujets qu'il a eus sous les yeux à Bruxelles, qu'il n'hésite pas à écrire: « Nos sujets appartiennent au moins à deux types trop différents pour n'admettre que des oscillations individuelles ».

Les principaux arguments que fait valoir M. Houzé sont la variété très grande constatée pour la chevelure, des différences crâniennes dépassant si fort les divergences habituelles qu'on doit y voir autre chose que des différences sexuelles. Mêmes écarts dans l'indice facial.

M. Hamy, dans le compte rendu qu'il a publié de l'ouvrage de MM. Houzé et Jacques (1), oppose à ces arguments les objections suivantes. Il doute que M. Houzé se soit montré assez difficile dans l'appréciation et l'acceptation de témoignages ramassés un peu partout. En ce qui concerne par exemple la chevelure, la théorie dont M. Houzé semble accepter la formule repose principalement, d'après M. Giglioli qui a été en Australie avec le *Magenta*, « sur l'usage abusif fait par divers explorateurs des termes *woolly*, *crisp*, etc. » Pour la craniologie, M. Hamy fait remarquer que les sujets caractérisant le premier des quatre groupes Australiens établis par M. Houzé sont sans le moindre doute des sujets féminins.

Au moment où nous corrigeons les épreuves de cette page, nous arrive le n° de septembre-octobre de la *Revue d'ethnographie*. M. Hamy y accentue, après avoir pu étudier par lui-même les Queenslandais dont nous parlons, ses objections contre le dualisme ethnique de ces insulaires. « Nous persistons à affirmer, dit-il, qu'il n'y a, entre les sujets que nous venons d'examiner, que des différences sexuelles. »

M. le Dr Jacques nous donne un très intéressant aperçu sur les dialectes australiens de *Palm Island* et de l'île d'Hinchinbrook. Il en a dressé un vocabulaire comparé. Signalons également l'aperçu sur les différents idiomes du Queensland et sur les relations des langues australiennes avec les langues extra-océaniennes. L'étude des langues australiennes fournit-elle des arguments pour ou contre l'unité de la race? M. le Dr Jacques, d'accord avec M. Fr. Müller, constate que le résultat de ses observations mène à l'unité linguistique. Il est juste toutefois de remarquer que l'unité linguistique n'entraîne pas logiquement l'unité de race, mais c'est une présomption.

Parmi les détails que le Dr Jacques nous donne sur les mœurs et les

(1) Revue d'ethnographie, t. IV, p. 354.

coutumes des Australiens, nous relevons les suivants: Doués d'une mémoire très heureuse, les Australiens exhibés par M. Cunningham n'avaient pas la notion du nombre, encore moins celle du temps. Comme tous les sauvages, les Queenslandais aiment la parure et le clinquant; mais deux ornements sont pour eux d'une grande importance, la baguette qu'ils font passer par la cloison transpercée du nez et les tatouages qui leur couvrent le corps. Ces mutilations se font à l'époque de la puberté, et sont l'occasion de fêtes connues sous le nom de *bora*.

D'après les renseignements recueillis par le Dr Jacques, la vie de famille serait très développée chez les Queenslandais. Les tribus de Palm Island et d'Hinchinbrook se livrent à la chasse et à la pêche. Une de leurs armes les plus remarquables est le *boomerang*, sorte de latte en bois lourd, très aplatie, recourbée en forme de cimeterre. « Lancée avec force cette arme va en tournoyant frapper le but, rebondit sur le sol et revient tomber aux pieds de celui qui l'a lancée. Si le but est en l'air, à la cime d'un arbre par exemple, elle s'éloigne et revient en décrivant une parabole plus ou moins allongée. »

Enfin il nous faut parler d'un autre usage des Queenslandais, celui des bâtons parlants ou *message sticks*. Ce sont de petites branches de quelques centimètres de longueur portant des entailles régulièrement disposées.

Nous regrettons de ne pouvoir insister davantage sur le travail de MM. Houzé et Jacques; mais, nous le répétons, ils nous ont fourni une importante monographie sur un peuple jusqu'ici peu connu.

La population des Carolines. — On évalue à 18 000 ou 20 000 habitants l'ensemble de la population des Carolines. Les Carolins appartiennent à la race micronésienne, mais ils sont très mélangés et constituent un type assez peu intéressant. Les éléments du mélange ethnique qui a produit les Carolins sont : les Malais, les Maoris de la Nouvelle-Zélande, les Négritos et les Papouasiens. On a même reconnu un fonds japonais et chinois, qui a pu s'introduire sur des jonques chassées par les vents d'ouest.

La langue de ces peuples est très complexe : la grammaire rappelle celle des Maoris, le malais se fait sentir dans la multiplicité des sons chuintants: *j*, *ch*, *sh;* la dureté des consonnes finales accuse l'influence des races noires. Chez les *Palaos*, il y a comme à Java une langue vulgaire et une langue polie.

Voici les principaux caractères physiques des Carolins. La peau

a une teinte brun-clair, les cheveux sont noirs et plats, jamais crépus, parfois un peu frisés. La taille reste au-dessous de la moyenne de l'Européen, le buste est long, les jambes courtes. Rarement, la région frontale rentre d'une manière accentuée, le front est finement protubérant. Si le diamètre pariétal est plutôt petit, l'antéro-postérieur est un peu prolongé, sans cependant être écrasé.

Les Carolins ont tous les vices de la civilisation, il sont perfides et astucieux, mous et voluptueux. Ils vivent surtout de la pêche. Leurs enfants croissent d'une façon bestiale sans aucune espèce d'éducation.

Le culte se réduit à celui des *anuts*, c'est-à-dire des âmes des parents décédés. Les Carolins ont un grand respect pour les morts ; ils gardent les corps jusqu'à ce qu'ils tombent en pourriture, puis ils conservent les os.

Les indigènes des îles *Palaos* ou *Pelew* sont au nombre de 3500 et diffèrent notablement des Carolins. On y voit le résultat du mélange d'une tribu malaise supérieure avec une race aborigène inférieure. Il y a aussi des affinités avec les Papouasiens et les Négritos (1).

J. G.

(1) Voir un article de M. Fernand Hué dans la GAZETTE GÉOGRAPHIQUE ET L'EXPLORATION, no du 3 sept. 1885, pp. 181-187.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, tome CI ; octobre, novembre, décembre 1885.

N° 14. **Berthelot :** De nouvelles expériences sur divers groupes isomères de la série aromatique, ont montré la concordance parfaite entre les indications thermiques et les théories chimiques relatives aux fonctions phénoliques complexes. (Voir aussi n° 15). **A. Millardet, U. Gayon, A. Perrey, Muntz,** sont parvenus à combattre victorieusement le mildew des vignes par un traitement préventif au moyen du sulfate de cuivre. (Voir aussi n°s 15, 18, 19, 20). **Arloing** a découvert que le cobaye est extrêmement sensible au virus tuberculeux, tandis que le lapin est doué au contraire, à cet égard, d'une réceptivité assez faible ; sur le premier, on observe sans peine la marche progressive de la tuberculose ; on peut constater, en particulier, la possibilité de la récidive de cette infection, puisqu'on peut la lui inoculer, en deux endroits distincts, et voir les effets des deux inoculations se développer parallèlement. **Dieulafait** : En général, de toutes les combinaisons naturelles d'un métal, c'est celle qui se forme avec le développement de chaleur le plus grand, qui existera surtout dans la nature. Cette loi, basée sur la thermochimie, se vérifie pour le manganèse : le sulfure, le protoxyde, le carbonate sont beaucoup plus rares que les combinaisons très oxygénées (n° 17). Il en est de même pour le zinc, dont le carbonate est l'une des plus importantes combinaisons naturelles, parce qu'elle est l'une des plus stables, d'après la thermochimie.

N° 15. **Ch. Robin,** l'histologiste, est mort, le 6 octobre 1885, à

Jasseron (Ain). **Boissier**, le botaniste, né à Genève, le 25 mai 1810, est mort à Valleyres (canton de Vaud), le 25 septembre 1885. On lui doit deux grands ouvrages : *Voyage botanique dans le midi de l'Espagne, pendant l'année* 1837. (Paris, Gide, 1839-1845 ; 2 vol. in-4°); *Flora orientalis* (5 forts vol. in-8°, 1867-1884); la monographie des Euphorbiacées, dans le Prodromus de Decandolle, etc. **A. Ditte** : L'acide vanadique se présente sous trois formes différentes que l'on peut rapprocher des trois variétés polymères d'acide phosphorique anhydre : acide rouge ocreux, attirant l'humidité de l'air ; acide jaune ne l'attirant pas ; acide vanadique cristallisé ne se combinant pas avec l'eau. **Ch. Richet** (aussi n° 14). Des quantités de lithium, de potassium et de rubidium proportionnelles à leurs poids atomiques, en combinaison avec le chlore, ont à peu près le même pouvoir toxique. Peut-être ces sels agissent-ils en se substituant, molécule à molécule, au chlorure de sodium combiné à nos tissus. **L. Boutan** : La Fissurelle est un vrai Gastéropode. **Yung** : Le développement des têtards dans l'eau salée est d'autant plus lent que la quantité de sel qui y est contenue est plus grande, et que l'eau est plus tranquille. **Chicandard** : La fermentation panaire n'est pas purement alcoolique, il y a production d'acide lactique, d'acide butyrique, etc., en quantités non négligeables, dans cette fermentation.

N° 16. **A. Gaudry** donne un aperçu des Pachydermes fossiles trouvés par Marsh dans les couches éocènes du Wyoming. La vue des crânes des Dinocératidés explique pourquoi on leur a donné ce nom, qui signifie : animaux à cornes terribles. Jamais on n'a vu de têtes aussi cornues : les os du nez portent en avant deux petites protubérances osseuses ; les maxillaires produisent au-dessus des canines deux fortes protubérances; une troisième paire de protubérances encore plus grosses et plus extraordinaires est formée par les pariétaux ; elles se continuent avec une énorme crête que porte le haut de la partie postérieure de la tête, laissant un grand creux dans le milieu ; il n'est pas aisé de comprendre quel pouvait être l'aspect d'une pareille tête à l'état vivant. Le cerveau est aussi très singulier ; il est petit et a l'aspect du cerveau d'un reptile. Les Dinocératidés ne semblent pas pouvoir être rapprochés des Proboscidiens, car ils n'avaient ni trompes, ni incisives supérieures. Ces créatures bizarres, après avoir contribué à donner une physionomie propre au monde éocène, ont disparu, semble-t-il, sans laisser de postérité. Marsh, outre son grand volume sur les Dinocératidés, en a fait paraître un autre sur les oiseaux fossiles qui avaient des dents ; il en publiera un troisième sur les Dinosauriens. **Forel** : Le Rhin et le

Rhône continuent leur trajet sous les eaux des lacs de Genève et de Constance, en y creusant de profonds ravins et en déposant sur les bords de leur lit lacustre des alluvions formant digue. Ces courants profonds des deux fleuves alpins proviennent de la plus grande densité de leurs eaux, plus lourdes que celle des lacs, à cause de leur température et des alluvions qu'elles contiennent. **Rayet** : La latitude de l'observatoire de Bordeaux est 44° 50′ 7″, 23. **Beauregard** : Les larves d'*Épicauta* sont parasites de diverses espèces d'Acridiens, comme la cantharide est parasite de diverses cellules d'Hyménoptères. **Vesque** maintient qu'il est possible d'expliquer l'ascension de l'eau, dans les arbres de plus de dix mètres de hauteur, par le concours de forces purement physiques. **Mascart** communique des descriptions d'une trombe récente à mouvement aspiratoire ascendant, d'après des témoins oculaires.

N° 17. **Pasteur** fait connaître les principes de sa méthode pour prévenir la rage après morsure. L'inoculation au lapin, par la trépanation, sous la dure-mère, d'une moelle rabique de chien à rage des rues, donne toujours la rage à ces animaux après quinze jours environ. Passe-t-on du virus de ce premier lapin à un second, de celui-ci à un troisième, et ainsi de suite, par le mode d'inoculation précédent, il se manifeste bientôt une tendance de plus en plus accusée dans la diminution de la durée d'incubation de la rage chez les lapins successivement inoculés. Après vingt à vingt-cinq passages, cette durée est réduite à huit jours ; après quarante à cinquante, à sept jours. On peut donc avoir constamment à sa disposition un virus rabique d'une pureté parfaite, toujours identique à lui-même ou à peu près. C'est là le nœud pratique de la méthode. Si l'on détache des moelles des lapins rabiques après sept jours des longueurs de quelques centimètres, et qu'on les suspende dans un air sec, la virulence diminue lentement dans ces moelles jusqu'à disparaître tout à fait, surtout si la température est assez élevée. A l'abri de l'air, au contraire, dans l'acide carbonique humide, la virulence se conserve. Ces résultats constituent le point scientifique de la méthode. Voici maintenant le moyen déduit de là pour rendre un chien réfractaire à la rage : Dans une série de flacons dont l'air est entretenu à l'état sec par des fragments de potasse déposés sur le fond du vase, on suspend, chaque jour, un bout de moelle rabique fraîche de lapin mort de la rage, rage développée après sept jours d'incubation. Chaque jour également, on inocule sous la peau du chien une pleine seringue Pravaz de bouillon stérilisé, dans lequel on a délayé un petit fragment d'une de ces moelles en dessiccation, en

commençant par une moelle d'un numéro d'ordre assez éloigné du jour où l'on opère, pour être bien sûr que cette moelle n'est pas du tout virulente. Les jours suivants, on opère de même avec des moelles plus récentes, séparées par un intervalle de deux jours, jusqu'à ce qu'on arrive à une dernière moelle très virulente, placée depuis un jour ou deux seulement en flacon. Le chien est alors rendu réfractaire à la rage. On peut lui inoculer du virus rabique sous la peau ou même à la surface du cerveau par trépanation sans que la rage se déclare. Les circonstances ont amené M. Pasteur à appliquer la même méthode préventive à l'homme, et il a réussi. La virulence décroissante des moelles de plus en plus vieilles provient de la diminution de la quantité du virus et non d'un changement de sa virulence. L'effet réfractaire des inoculations de ces virus provient peut-être de ce qu'il y a, à côté de ces virus, des substances nocives pour eux, qui en arrêtent le développement. **Berthelot** : Les composés azotés qui concourent à l'entretien de la vie traversent un cycle continuel de transformations, pendant lesquelles quelque portion de leur azote retourne sans cesse à l'état élémentaire. Il faut donc qu'il existe des actions inverses capables de fixer l'azote atmosphérique. Les seules actions de ce genre bien démontrées, la formation de l'acide nitrique et de l'azotite d'ammoniaque pendant les orages, la fixation directe de l'azote libre sur les principes immédiats des végétaux sous l'influence des faibles tensions électriques qui existent continuellement partout, sont insuffisantes pour réparer les pertes annuelles. Des expériences nouvelles faites par M. Berthelot lui ont fait découvrir une action nouvelle plus énergique travaillant à contrebalancer les déperditions du sol en azote. Des terrains argileux, sables et kaolins, possèdent la propriété de fixer lentement l'azote de l'air, par suite de l'action de certains organismes microscopiques. Cette action n'est pas manifeste en hiver, mais elle s'exerce surtout pendant la saison d'activité de la végétation, et d'ailleurs dans les circonstances les plus variées, en vase clos, à l'air libre, sous un abri, sur une tour, dans un bâtiment ou au dehors. **Deprez** : De récentes expériences de transmission de la force par l'électricité entre Creil et Paris ont réussi mieux que toutes les précédentes : Un travail utile de quarante chevaux a été développé par la réceptrice avec un rendement de cinquante pour cent. **Trouvelot** : Les étoiles nouvelles de la nébuleuse d'Andromède font probablement partie de la voie lactée qui est sans doute plus près de nous que la nébuleuse. **L. Henry** : Les dérivés organiques mixtes ZCXY renfermant des radicaux ou groupements X, Y équivalents et *fonctionnellement analogues* ont un point d'ébullition

qui est la moyenne entre les points d'ébullition des composés simples ZCXX, ZCYY ; si X, Y sont équivalents, mais *fonctionnellement différents*, le point d'ébullition de ZCXY est notablement plus élevé que cette moyenne. **Dareste** : Des œufs maintenus verticalement, le pôle aigu en haut, et soumis à des secousses verticales donnent naissance à des embryons monstrueux ; c'est, en général, le contraire qui arrive, si le pôle obtus (là où est la chambre à air) est en haut.

N° 18. **Faye** : D'après Hirn, il résulterait de la théorie cinétique des gaz cette conséquence, contraire à l'expérience, que la vitesse d'écoulement d'un gaz passant d'un réservoir, à pression déterminée et à température constante, dans une enceinte où la pression est moindre, aurait une limite supérieure. Si l'expérience et la conséquence tirée de la théorie cinétique sont exactes, cette théorie doit être abandonnée ou modifiée. **Vulpian** : Toutes les fibres à fonction connue de la corde du tympan proviennent du nerf facial, et non d'anastomoses fournies au nerf facial par d'autres troncs nerveux. Les fibres glandulaires que le nerf glosso-pharyngien donne à la glande parotide et les fibres vaso-dilatatrices qu'il fournit à la partie postérieure de la langue, existent dans ce nerf, dès qu'il sort de la moelle allongée. **A. Milne Edwards**: Il résulte des recherches du Dr H. Filhol que l'île Campbell, au moins depuis le commencement de l'époque tertiaire, a été séparée de toute autre terre. La faune en est d'une pauvreté extrême. **Pourquier** : Le virus de la clavelée, inoculé à un mouton déjà inoculé auparavant de ce même virus, s'atténue et donne un vaccin contre cette maladie. **Ph. Gilbert** : D'après Helmholtz, la concentration de la masse du soleil par la gravité est une source de chaleur ; de plus, elle accroît la vitesse de la rotation de l'astre. Il résulte de la rotation un accroissement de force vive, qui n'a pas été remarqué. Par suite, une partie du travail intérieur n'est pas convertie en chaleur. De là, une correction, faible pour le soleil, mais qui peut être assez considérable pour d'autres astres, à introduire dans l'expression de la variation de l'énergie calorifique d'une étoile qui se condense. **A. Angot** a étudié la distribution de la chaleur solaire à la surface de la terre, dans l'hypothèse d'une transparence parfaite de l'air, et d'une transparence variant de six dixièmes à l'unité. Dans l'hypothèse d'une transparence moindre que 0.73, il a trouvé des résultats d'accord avec l'observation ; par exemple, le jour du solstice, le maximum de chaleur reçue est à une latitude voisine de 30°, et la quantité de chaleur diminue de là jusqu'au pôle. Dans l'hypothèse d'une transparence parfaite, c'est à une latitude de

43°. 5 qu'il y a un premier maximum; puis il y en a un second, plus élevé, au pôle même. **Dehérain** et **Maquenne** (aussi n° 20), après de nouvelles expériences, maintiennent contre MM. Bonnier et Mangin, l'exactitude des résultats, relatifs à la respiration des feuilles, qu'ils ont publiés antérieurement. Le rapport de l'acide carbonique produit à l'oxygène absorbé, est, en été 1.20 pour l'*Evonymus japonica*. Les feuilles retiennent une partie de l'acide carbonique qu'elles produisent, ce qui conduit, au premier abord, à des résultats très différents. **Bonnier** et **Mangin** (n° 19 et 23) maintiennent également leurs conclusions inverses. **Cadéac** et **Malet** ont transmis la morve aiguë au porc.

N° 19. **Marey** et **Demeny** sont parvenus à mesurer le travail mécanique total effectué dans la locomotion de l'homme. Ils prennent positivement les travaux mécaniques résistants, celui de l'homme qui descend un escalier, par exemple, parce qu'il se fatigue aussi bien en descendant qu'en montant. Voici quelques chiffres : Dans la marche lente, à la cadence de quarante pas par minute, la dépense de travail est de 364 kilogrammètres par minute : les deux tiers de ce travail proviennent d'oscillations verticales ; dans la course rapide, (140 pas par minute) le travail est de 3374 kgm. : un dixième seulement provient d'oscillations verticales. **Trécul** : Il y a trois sortes de stolons : radiculaires, caulinaires (fraisiers), foliaires (fougères). **Brown-Séquard** fait connaître des recherches expérimentales paraissant montrer que les muscles atteints de rigidité cadavérique restent doués de vitalité jusqu'à l'apparition de la putréfaction. **E. A. Martel** et **L. de Launay** ont découvert, dans une partie probablement non remaniée de la caverne de Nebragas, des fragments de crânes humains et un débris de poterie associés à des ossements de l'Ours des cavernes, et prouvant indubitablement leur contemporanéité. **Cartailhac** (n° 21) : La contemporanéité est prouvée par d'autres documents, mais le non-remaniement de la caverne n'est pas établi : les eaux y ont pénétré bien souvent et ont pu réunir les objets signalés ; on n'a jamais trouvé de poterie à l'époque néolithique.

N° 20. **Vulpian** : Le nerf trijumeau contient des fibres vaso-dilatatrices dès son origine. **Carpenter** est mort le 10 novembre 1885, à l'âge de 72 ans. Physiologiste distingué, il a aussi étudié avec soin la structure solide des Mollusques, des Crustacés, des Échinodermes et surtout des Foraminifères, sur lesquels il a écrit un ouvrage devenu classique. **G. Govi** vient de publier une traduction latine de l'Optique de Ptolémée, due à un Italien du douzième siècle, l'amiral Eugène. Si-

cilien. **Joulie** a fait, depuis deux ans, des expériences qui confirment les résultats de Berthelot sur la fixation de l'azote dans le sol cultivé ; il n'a pu constater toutefois le rôle des micro-organismes dans le phénomène. **E. Rivière** a trouvé un nouveau gisement quaternaire, à l'est de Paris, dans les sablières du Perreux à Nogent-sur-Marne. On y trouve assez de silex taillés, des dents de Mammouth et de *Rhinoceros tichorinus*, etc. (n° 23 : un autre dans les bois de Clamart).

N° 21. **Vulpian.** La seconde racine du nerf facial, dite nerf de Wrisberg, est à la fois nerf de sensibilité générale, nerf de sensibilité gustative, nerf excito-sécréteur et nerf vaso-dilatateur. De nouvelles expériences prouvent : 1° Que son intervention comme vaso-dilatateur ne se confine pas dans la glande sous-maxillaire et dans la membrane muqueuse de la langue, mais qu'elle s'étend au voile du palais ; 2° Qu'il préside, en grande partie tout au moins, à la sensibilité générale. **Ph. Gilbert** (aussi n° 23) a retrouvé, par une voie nouvelle, le beau théorème suivant dû à Cauchy et O. Bonnet : Si, à un instant quelconque du mouvement d'un solide, on décrit un cylindre circulaire droit dont la génératrice est parallèle à l'axe de rotation et de glissement ou axe de Mozzi, et dont la section droite a pour diamètre la perpendiculaire abaissée du centre de gravité sur l'axe de Mozzi, tout point A pris sur cette surface, et aucun en dehors, jouit de la propriété énoncée dans le théorème de Kœnig, savoir : la force vive totale du corps à l'instant considéré sera la somme de la force vive qu'aurait le point A si toute la masse y était réunie et de la force vive du corps dans son mouvement autour du point A. **Maquenne** : L'eau, qui a distillé sur des plantes fraîches, renferme de l'alcool méthylique, quelquefois en proportion considérable (près d'un tiers pour cent du poids de la plante, pour l'ortie).

N° 22. **Bouley**, né à Paris, le 17 mai 1814, est mort le 30 novembre 1885. Il a fait des travaux remarquables de médecine vétérinaire sur diverses maladies contagieuses.

N° 23. **F. Perrier** et **Bassot** ont déterminé avec des savants italiens la différence de longitude entre Paris, Milan et Nice (27^m24^s 954 ; 19^m51^s 225 ; 7^m33^s 739). **Ch. Renard** a fait sept nouvelles expériences au moyen d'un ballon dirigeable. On a pu revenir cinq fois au point de départ ; il est arrivé un accident à la machine ou bien le vent était trop fort dans les deux autres cas. **Hatt** a employé avec succès comme signaux solaires, des boules-panorama de jardin. **Fontès** : La rotation de la Terre a une influence sur la déviation des cours d'eau ; autrement dit, les forces de Coriolis ne sont pas négligeables.

A. Levallois : Les plantes terrestres (oranger, menthe) immergées dans une solution concentrée de chlorure de calcium se sont desséchées, en gardant leurs essences odorantes, par un phénomène d'exosmose analogue à celui qui a été observé pour les animaux dans des circonstances analogues. **De Tastes** : Il semble probable qu'il existe un Gulfstream aérien, parallèle à celui de l'Atlantique et ayant une grande influence sur le climat de l'Europe. Le Gulfstream océanique semble avoir changé de direction ; par suite, l'autre a, sans doute, dévié aussi : on doit s'attendre, comme conséquence, en Europe, à des climats plus excessifs que par le passé. **Hildebrand Hildebrandson, Charlier, Denza**, et une foule d'autres observateurs adressent d'innombrables renseignements sur les étoiles filantes du 27 novembre, jour où la Terre traversait l'orbite de la comète de Biela. On a calculé à Stockholm l'orbite de l'essaim, et on l'a trouvé à peu près identique à celui de la comète. Le P. Denza évalue à 150 000 le nombre des étoiles filantes de cette soirée, et il décrit comme suit le phénomène observé : « Le spectacle qui s'offrit à nos yeux pendant les deux premières heures du maximum était surprenant et tel qu'on arriverait difficilement à le décrire. De toutes les parties du ciel, il pleuvait des masses d'étoiles semblables à des nuages cosmiques qui se fondaient. Elles étaient suivies de traces lumineuses et beaucoup de ces étoiles surpassaient celles de première grandeur ; quelques-unes même étaient de véritables bolides. La marche était généralement lente, et la couleur prédominante était le rouge, produit par les nombreuses vapeurs éparses dans l'atmosphère. Les météores les plus voisins des régions radiantes étaient très courts : plusieurs n'étaient que des points brillants, par la loi de perspective. La plus grande partie jaillissait de la région même d'où elles irradiaient en 1872, entre Persée, Cassiopée et Andromède. On ne distinguait aucun centre secondaire, comme dans les soirées ordinaires de plus grande affluence. »

N° 24. **Hirn** : L'existence de l'homme, en Alsace, se révèle dès les temps les plus anciens de l'âge de pierre, par des vestiges, encore rares, il est vrai. Les périodes paléolithique et néolithique, si distinctes dans certaines régions, ne le sont nullement en Alsace et dans la Lorraine française, où leurs gisements se confondent. La transition à l'âge du bronze est peu représentée ; l'âge du bronze, qui a duré longtemps, est bien représenté, ainsi que la transition à l'âge du fer ; ce dernier l'est peu, jusqu'à présent. **P. Dehérain** fournit un nouvel exemple de l'enrichissement en azote d'un sol de prairie, sous l'influence de causes difficiles à analyser. Aux apports d'ammoniaque

atmosphérique étudiés par Schlœsing, à la fixation d'azote libre sur laquelle Berthelot, Joulie et Dehérain lui-même ont appelé l'attention, il faut ajouter, d'après Lawes, Gilbert et Warington, l'arrivée possible des nitrates des eaux souterraines.

N° 25. **Jurien de la Gravière**, dans la séance publique de l'Académie des sciences, rappelle les noms des académiciens décédés en 1885 (Dupuy de Lôme, Serret, Rolland. Desains, Tresca, Milne Edwards, Bouquet, Robin, Bouley), il signale ensuite les principales découvertes de l'année : la direction des aérostats, la transmission de la force par l'électricité, la guérison de la rage ; enfin il proclame les noms des lauréats, parmi lesquels nous citerons : **Appel**, pour une solution partielle du problème des déblais et remblais de Monge ; **Amsler**, pour son planimètre et ses intégrateurs ; **Thollon**, pour son nouveau dessin du spectre solaire ; **Edlund**, pour sa théorie magnétique de l'électricité atmosphérique ; **Gernez**, pour ses recherches sur la sursaturation, la surfusion, etc. ; **de Lapparent**, pour son *Traité de Géologie* et ses autres travaux ; **Chamberlant**, pour ses filtres ; **P. Van Beneden**, de Louvain, pour ses recherches sur les métamorphoses et les migrations des vers, et sur les cétacés ; **Halphen**, pour ses études si approfondies d'analyse et de géométrie (caractéristiques des coniques, points singuliers des courbes planes ; classification des courbes gauches ; invariants différentiels).

N. 26. **Tulasne**, né le 12 septembre 1815 à Azay-le-Rideau (Indre-et-Loire), est mort à Hyères, le 22 décembre 1885. C'était un botaniste extrêmement distingué, à qui l'on doit surtout d'admirables travaux sur les champignons (*Fungi hypogaei*, 1851 ; *Selecta Fungorum Carpologia*. 3 vol. in-folio, 1861, 1863, 1865 ; etc., etc.) **Vulpian** : Les nerfs sécréteurs de la glande de Nuck et des glandules des lèvres et des joues proviennent, chez le chien, du nerf glosso-pharyngien comme ceux de la glande parotide. **G. Planté**, au moyen de sa machine rhéostatique de quantité, est parvenu à obtenir des effets extrêmement singuliers, par exemple, la production d'un jet d'eau, en faisant déboucher le courant provenant de cet appareil à la surface d'un liquide conducteur, par un fil métallique introduit dans un fragment de tube capillaire très court. **Colin** : Le processus morbide développé par les inoculations tuberculeuses présente toujours ce caractère remarquable, que la tuberculisation, avant de prendre les caractères d'une affection viscérale, frappe constamment le système lymphatique à un degré variable suivant les espèces et l'impressionnabilité des sujets. **Hildebrand Hildebrandson** résume comme suit les principaux résul-

tats des recherches faites en Suède sur les courants supérieurs de l'atmosphère (par l'observation des cirrus). Tout près du centre d'une dépression, les courants supérieurs se meuvent à peu près comme les inférieurs, c'est-à-dire suivant la tangente aux isobares. A mesure qu'on s'éloigne du centre, ils s'écartent en dehors et à droite des vents inférieurs. Dans les régions de maximum barométrique, ils coupent les isobares à angle droit. Le vent à la surface de la terre fait un angle sensible vers la gauche avec la direction des isobares, de manière à converger vers le centre de la dépression le long d'une spirale logarithmique (en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre). Il est donc prouvé directement par l'observation que l'air, qui se meut à la surface terrestre en spirales logarithmiques en convergeant vers le centre, s'élève autour de ce centre. A une hauteur de deux ou trois mille mètres, il est doué d'un mouvement presque circulaire autour du centre. Parvenu à une hauteur considérable dans la région des cirrus, il s'éloigne du centre surtout dans la partie antérieure. Ces courants supérieurs convergent vers les régions de maximum barométrique, et descendent vers la surface du sol, où ils sortent du centre en mouvement centrifuge (dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre) suivant des spirales logarithmiques encore.

P. M.

Bruxelles. — Imprimerie A. Vromant, rue de la Chapelle, 3.

L'ÉPOQUE GLACIAIRE

L'histoire des diverses époques géologiques est assurément une des études les plus curieuses que puisse embrasser l'esprit humain ; à chaque pas, nous sommes arrêtés par l'immensité, immensité du temps, immensité de l'espace. « L'idée de cette immensité, observe M. Gaudry (1), choque un grand nombre d'esprits ; êtres éphémères que nous sommes, nous avons une tendance à marchander le temps à l'Être infini ! Quand nous parlons des temps géologiques, nous n'avons pas plus la notion de ce que représentent cent mille ans que de ce que représente un million d'années. » Durant ces temps, les forces naturelles, toujours identiques dans leur essence, ont dû singulièrement varier dans leur action. De puissantes assises ont été successivement superposées, tantôt par des éruptions ignées, tantôt par des dépôts sédimentaires d'eaux fluviatiles ou marines. Aux périodes de grande activité ont succédé des périodes de calme relatif ; la cause des unes et des autres échappe à toute appréciation ; l'œuvre de la création écrase notre faiblesse ; l'admiration, l'étonnement seuls sont possibles devant les horizons qu'il nous est permis d'entrevoir.

(1) *Fossiles primaires*, p. 32.

A son origine, notre planète détachée de la nébuleuse solaire formait une masse entièrement fluide et brillait avec éclat parmi les astres. Pendant un temps que l'intelligence humaine a peine à concevoir, ce globe lumineux dut rouler dans le firmament, sans qu'aucun organisme vînt animer sa surface. Peu à peu le refroidissement, dû au rayonnement à travers l'espace, amena la solidification de l'écorce terrestre, puis, dès que la vie telle que nous pouvons la comprendre fut possible, la naissance de ces êtres innombrables qui devaient peupler et féconder la terre.

Le refroidissement progressif, caractéristique des premiers âges du globe, a continué durant les temps géologiques, et aussi durant les temps historiques. Les belles recherches d'Oswald Heer font connaître la température des temps tertiaires : la moyenne de l'éocène (1) était de 13°, celle du miocène de 9° à 7°, celle du pliocène de 3° plus élevée que notre température actuelle. Le climat du bassin de la Seine, pour prendre un exemple, était comparable durant l'éocène à celui des tropiques, durant le miocène à celui du nord de l'Afrique, durant le pliocène enfin au climat qui règne aujourd'hui à Nice. Dans ces conditions, les figuiers, les palmiers, les cocotiers croissaient librement à la latitude de Paris ; leur zone s'étendait au nord jusqu'au Devonshire, à l'est jusqu'à la Bohême ; les camphriers se montraient auprès de Dantzig, ils fleurissaient sur les bords des lacs suisses comme de nos jours à Madère. La zone polaire, à en juger par une végétation assez semblable à celle de nos forêts et par la prépondérance des essences à feuilles caduques, devait correspondre à la zone tempérée actuelle et le froid devait à peine être égal à celui de nos hivers rigoureux.

(1) Sir C. Lyell a divisé l'époque tertiaire en *éocène*, *miocène* et *pliocène*, en se basant sur le nombre de mollusques appartenant à des espèces actuellement vivantes ou à des espèces éteintes que chaque couche recèle. Cette division est aujourd'hui généralement acceptée avec les additions rendues nécessaires par les nouvelles découvertes.

Les tourbières des Orcades renferment d'immenses troncs de chêne, d'aune, de bouleau, de pin ; aujourd'hui ces arbres ne peuvent croître qu'au prix de soins incessants et d'une culture intelligente. Les lignites bien autrement anciens de l'Islande sont formés de tulipiers, de platanes, de noyers ; on y trouve même la vigne ; dans les grès ferrugineux qui accompagnent les houilles du Spitzberg (1), on a reconnu des hêtres, des peupliers, des sequoias, des magnolias, des pruniers, de nombreux conifères. Les marins au cœur intrépide qui affrontent les glaces perpétuelles des mers polaires rencontrent à la terre de Banks, au Grinnell's Land, à la terre de François-Joseph, par 82° de latitude, des amas de bois fossilisé. On a pu déterminer le cyprès chauve, le pin argenté, le peuplier, le bouleau et de nombreux dicotylédones à feuilles caduques. Ce ne sont point là des bois charriés par les glaces, mais bien une végétation locale, attestée par des troncs encore en place, des bourgeons, des fleurs à tous les degrés de la floraison, des fruits à tous les degrés de la fructification. Il a même été possible de rétablir les insectes qui se nourrissent soit du suc des fleurs, soit des débris des feuilles.

Si nous étudions des temps plus rapprochés de nous, les bulles des papes parlent de missions établies au Groënland. Ces côtes inhospitalières comptaient des colonies prospères, deux villes avec des cathédrales, trois ou quatre monastères, et les archives du Vatican conservent le nom de dix-sept évêques antérieurs au XIVe siècle. Chaque année, à l'époque où le passage était libre, une flotte venait par l'Islande échanger les produits de la mère patrie contre ceux de la chasse ou de la pêche des Groënlandais. En 1323, la partie méridionale de la Baltique fut si complètement gelée que l'on pouvait aller à cheval de Copenhague à Lubeck ou à Dant-

(1) La température moyenne du Spitzberg durant l'éocène est évaluée par O. Heer à + 5°,5, par le marquis de Saporta à + 8°. La moyenne actuelle, selon M. Ch. Martins, serait de — 8°,6.

zig (1). C'était le prélude des froids rigoureux qui allaient sévir ; en 1408, les glaces restèrent prises, le froid se prolongea, la navigation ne fut possible qu'à de rares intervalles, et l'Eskimo nomade fut condamné à vivre sur une étroite ceinture littorale, où la glace et la neige ne disparaissent complètement que durant les étés les plus chauds.

La Société de géographie d'Omsk (2) possède dans son musée deux lances en bronze trouvées sur les bords de l'Obi (3). Spassky et Pallas en ont recueilli de semblables au pied des monts Altaï, et récemment on découvrait à Krasnojarsk des poignards, des haches, des couteaux, des mors de bride également en bronze (4). Ces objets, d'un travail élégant, indiquent une civilisation autrement avancée que celle de nos palafittes ou de nos mégalithes. Plusieurs portent comme ornements des figures d'animaux, parmi lesquels on a cru reconnaître le mammouth, qui vivait apparemment sous les yeux du fondeur (5). Nous voyons une population intelligente, ayant des goûts variés, une culture propre, habitant un pays que le froid a depuis longtemps rendu désert, et où seuls peuvent aujourd'hui demeurer des Tartares ou des condamnés aux mines (6).

(1) E. Reclus, *La Terre*, t. II, p. 78.

(2) Capitale d'une des provinces de la Sibérie.

(3) *Bul. Soc. Anthr.* 1880, p. 573.

(4) Krasnojarsk est sur les bords du Jenniseï. *Mat.* 1873, p. 197. — Radloff, *Ant. Sibériennes*, Bul. Soc. Anthr. de Berlin, t. II. — Desor, *Rev. Arch.*, — 1873, p. 126. — M. Desor estime que le manche du poignard représente des félides.

(5) Pallas, *Voyage en différentes provinces de l'empire de Russie et de l'Asie septentrionale*. Saint-Pétersbourg, 1771-1776.

(6) Dans les mines, l'accroissement de la chaleur est évalué à 1° par 32m. Cet accroissement peut même être plus rapide sous l'influence de causes locales. L'exploitation des mines est donc possible même dans les pays soumis aux rigueurs du climat arctique. Ajoutons que l'écart entre le froid extrême et la chaleur extrême supportés par l'homme peut atteindre 140° C. Yakutsk passait pour le point habité le plus froid du globe ; la température moyenne du mois de janvier descend à — 45° C. (Rappelons que la congélation du mercure est à — 39° C.) ; mais à Werkojansk, à une latitude un peu supérieure à 67°, la température moyenne durant le même mois est de — 55°.

La barbarie a remplacé la civilisation, des steppes couverts de glace les plaines cultivées. Il n'en peut être autrement, alors que la température moyenne oscille autour de 0° et que le thermomètre dans les longues nuits d'hiver descend jusqu'à — 40° R. Dans ses fouilles autour du lac Ladoga, le professeur Inostranzeff a mis au jour une forêt de chênes enfouis sous une épaisse couche de tourbe ; de nombreux sangliers hantaient la forêt ; aujourd'hui, le chêne ne peut croître que bien au sud du lac Ladoga, et le sanglier ne se montre guère au delà de 55° de latitude nord. Jacques Cartier (1) raconte qu'en remontant le Saint-Laurent au mois de septembre 1535, pour atteindre le fort indien d'Hochelaga, il remarqua le long du fleuve de nombreuses rangées de vignes chargées de raisins ; de nos jours le raisin ne saurait mûrir dans les froides régions du Canada.

Mais qu'est-il besoin d'aller chercher des exemples dans des pays aussi éloignés ? Dans des siècles voisins du nôtre, le citronnier et le limonier vivaient en plein air dans le

Dans l'expédition commandée par le lieutenant Schwatka, le thermomètre dans la baie Cockburn descendait en janvier 1880 à — 72° C, en décembre 1879 et en février 1880 à — 68° C. Ce sont, croyons-nous, les plus grands froids observés par l'homme. M. Martin, voyageant dans la Sibérie orientale, raconte que, dans la région comprise entre 59° de latitude et 132° de longitude, le thermomètre marquait le 18 novembre 1882, sur les pics à découvert, — 51°,5 R, soit environ — 64° C., « et je puis assurer, ajoute-t-il dans une lettre adressée à la Société de Géographie de Paris, que ces données sont justes, car j'avais trois thermomètres. » Dans l'expédition polaire anglaise établie, durant l'hiver 1882-83, au fort Rae près du grand lac des Esclaves (ancien territoire de la Compagnie de la baie de Hudson, situé de 61° à 62° lat. N.), le thermomètre marquait à terre dès le mois de novembre — 60° C. Le froid était de — 65° C le 25 janvier 1883 à bord de la Varna et de la Dymphna, bloquées dans les glaces de la mer de Kara, à l'est du détroit de Waygatz. Dans un ordre contraire, Duveyrier a vu dans le pays des Touaregs la colonne thermométrique monter à + 67°,7 C, et en Algérie elle atteint souvent + 50° C. Il serait facile de multiplier ces exemples, d'en citer même de plus extrêmes encore comme chaleur.

(1) *Terza edizione delle navigazioni e viaggi raccolti da* G. B. Ramusio, t. III, f. 444 D.

Languedoc ; la canne à sucre prospérait et le dattier mûrissait ses fruits en Provence (1), la vigne était cultivée non seulement dans nos provinces du nord, mais même en plein champ dans la brumeuse Angleterre (2).

Si ce refroidissement progressif s'est poursuivi et se poursuit encore lentement dans les temps modernes, il convient de tenir compte d'un autre ordre de phénomènes qui ont dû singulièrement influer sur le climat et amener une exagération du froid. Je veux parler de l'extension des glaciers, qui probablement s'est renouvelée à diverses reprises (3) ; mais nous prétendons étudier ici les seuls débuts des temps quaternaires, où cette extension s'est développée avec une telle énergie que l'on a donné à ces temps le nom d'*époque glaciaire*.

Les glaciers sont des amas de glace qui descendent des cimes des montagnes et envahissent les vallées, au fond desquelles ils se prolongent souvent à des distances considérables. Pour que ces glaciers puissent se former, s'étendre et subsister, il faut des neiges longtemps accumulées, un abaissement de la température moyenne (4), un changement permanent dans le climat. La réunion et l'intensité de ces causes suffisent à expliquer des résultats devant lesquels l'esprit hésite et s'étonne. Des masses congelées s'étaient répandues sur une grande partie de l'Europe et de l'Amérique, et les hardis navigateurs qui s'avancent vers le pôle peuvent seuls se faire une idée

(1) Fuster, *Des changements dans le climat de la France*. Aujourd'hui le dattier ne mûrit ses fruits qu'à la latitude de Palerme, où la température moyenne dépasse + 17° C.

(2) Arago. *Ann. des Longitudes*, 1834.

(3) On retrouve des traces d'anciens glaciers qui remontent à l'époque tertiaire et même à la période jurassique ; mais la preuve est loin d'être encore complète.

(4) Cet abaissement n'a même pas besoin d'être très considérable ; M. Grad nous dit (*Rev. d'Alsace*, 1873) qu'un abaissement de la température moyenne de 5° à 6° suffirait pour rendre aux glaciers des Vosges leur ancienne extension.

de ce que pouvait être à cette époque l'aspect d'une grande partie de notre globe.

Les glaciers du nord descendaient de la Scandinavie, qui se dressait au sein de la mer Baltique comme le Spitzberg se dresse aujourd'hui au sein de l'océan Boréal. Ils couvraient la Finlande, le gouvernement de Saint-Pétersbourg, le *tchernoisim*, la célèbre région des terres noires qui s'étend de Nijni-Novgorod à la mer Caspienne. L'Oural formait un autre centre glacial et c'est sur ce continent réduit, immense pont joignant l'Oural aux Carpathes, que l'homme a vécu en Russie durant les temps que nous décrivons. La carte dressée par M. Geikie (1) montre une immense calotte de glace couvrant l'Angleterre jusqu'au canal de Bristol, le Hanovre, la Prusse, la Pologne, la Lithuanie ; des blocs erratiques d'une dimension et d'un poids énormes, d'épaisses couches d'argile accumulées tantôt par les glaces flottantes, tantôt au pied des moraines profondes, restent ses indestructibles témoins. Les glaciers partis des Alpes remplissent les vallées, couvrent la plaine suisse d'une mer de glace et vont battre contre le Jura, qu'ils traversent même au moment de leur plus grande extension, pour gagner le Lyonnais d'un côté, le centre de la Souabe de l'autre (2). Ceux du revers sud franchissaient les grands lacs de la Lombardie (3), pénétraient jusqu'au Piémont, délaissant dans toute la vallée

(1) *Prehistoric Europe*, p. 564.

(2) Chantre, *Monographie des anciens glaciers du bassin du Rhône.* — Falsan et Chantre, *Monographie géologique des anciens glaciers du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône.* — F. A. Forel, *Essai sur les variations périodiques des glaciers.* Bibl. Univ. de Genève, IIIe série, t. VI. — A. Faivre, *Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers du versant nord des Alpes suisses et de la chaîne du mont Blanc.* Ac. des sciences, 1884, 2e s., p. 99.— Abbé Hamard, *Date de la période glaciaire.* Paris 1880.

(3) M. Gastaldi croit que les glaciers du versant méridional des Alpes descendaient jusque dans la mer pliocène, tandis que ceux du versant septentrional n'auraient atteint le bassin du Rhône que bien après la retraite de la mer tertiaire.

du Pô les rochers qu'ils charriaient avec eux (1). Le glacier d'Argelès, descendu des Pyrénées, présentait des dimensions non moins imposantes, et ses vestiges peuvent encore se reconnaître par delà le département de la Lozère. On rencontre d'anciennes moraines au milieu des montagnes des Vosges ou des volcans de l'Auvergne, et parfois une chapelle, un oratoire, pieux souvenir d'un antique pèlerinage, s'élève sur une roche moutonnée.

Pour beaucoup de géologues, le loess ou limon des plateaux, qui recouvre des superficies si considérables en France, en Belgique, en Allemagne, ne serait qu'une boue glaciaire; les localités où il a été observé, la nature des débris et les blocs erratiques qu'il renferme, les restes des animaux qui y sont enfouis, tout concourt à prouver que ces dépôts sont le résultat des forces développées par les glaciers. Le cours des fleuves a souvent été interrompu par ces puissantes barrières et par les gigantesques moraines qui se formaient à leur suite. De là des lacs temporaires, dont les eaux chargées de sable et de limon venaient déposer le loess jusque sur le sommet des collines les plus élevées.

Les vallées des Apennins, du Caucase (2), des Balkans étaient ensevelies sous les glaces. Les célèbres cèdres du Liban croissent sur d'anciennes moraines (3). Du plateau central de l'Asie partaient plusieurs glaciers se dirigeant vers le nord et se prolongeant jusqu'à l'océan Arctique (4). Les glaciers de l'Himalaya atteignaient des proportions gigantesques. Des voyageurs ont vu en Chine des blocs striés ou polis par l'effort des glaces, à des distances considérables des montagnes d'où ils avaient été arrachés (5). Le

(1) Des glaces flottantes apportent aujourd'hui de nombreux blocs des diverses roches du Labrador et du Groënland jusque sur les côtes de la baie de Saint-Laurent,

(2) Douglas W. Freshfield, *Travels in Central Caucasus.*

(3) Hooker, *Nat. Hist. Review.* January 1862.

(4) H. Hind *Quart. Journ. Geol. Soc. of London*, t. XXV.

(5) On cite dans le Hoang-Ho un bloc isolé très remarquable. Il a

Japon offre également des traces nombreuses de l'action glaciaire ; elles sont moins intenses cependant que sur d'autres points de l'Asie (1).

En Algérie, des lambeaux morainiques se voient encore aujourd'hui aux portes de Constantine, à 600 mètres d'altitude, et forment la vallée de Koudiat-Ati. Les petites vallées qui descendent de la Bou-Zarea auprès d'Alger sont remplies par des digues de terrain de transport, dont il est difficile d'expliquer l'origine autrement que par l'existence dans ces régions de névés ou glaciers neigeux (2). Les traces d'actions glaciaires ne sont pas moins évidentes dans les deux Amériques. Les glaciers se dirigeaient en général du nord vers le sud (3). A l'ouest ils avaient atteint le 36° de latitude, à l'est le 40° ; là, ils ont été détournés par des montagnes qui s'élèvent de cinq à six mille pieds au-dessus du niveau de la mer, et ils se sont précipités en avalanches dans les vallées. Leur direction dans le Maine a été la vallée du Kennebec, dans le Massachusetts la vallée du Connecticut. De l'océan Boréal jusqu'à la latitude de New-York, on rencontre des rochers striés par les glaces ou moutonnés par le mouvement des glaciers, des blocs erratiques entraînés par une force irrésistible. Cette action des glaces sur la surface des montagnes de la Sierra Nevada s'est produite sur des centaines de milles carrés. Dans les forêts vierges du Brésil, dans les savanes de Meta et de l'Apure, sur les rives du détroit d'Eyre, on rencontre des boulders arrachés aux flancs des Andes (4). Agassiz constatait des roches moutonnées ou striées jusqu'aux environs de Montevideo, par 35° de latitude sud (5). A ses yeux, le phénomène était si considé-

plus de cent pieds de longueur et ne paraît provenir d'aucune montagne voisine.

(1) *Journal of the Asiatic Society.* 1881.

(2) Pelagaud, *La Préhistoire en Algérie.*

(3) Col Whittlesey, *Proc. Am. Ass.* Buffalo, 1866.

(4) J. S. Newberry, *Am. Ass.* Minneapolis (Minnesota) 1883.

(5) *Voyage au Brésil*, trad. Vogelli, p. 428. Il convient d'ajouter que

rable qu'il regardait comme presque impossible qu'il ne se fût pas étendu sur le globe entier. Bien que ces conclusions soient contestées, les glaciers dont on a récemment reconnu les vestiges en Patagonie, dans la Terre-de-Feu, dans la Nouvelle-Zélande, partout où il a été possible de poursuivre leur étude, tendent à confirmer l'hypothèse posée par la science.

La profondeur des glaciers n'était pas moins remarquable que leur longueur. A Chambéry, à Culoz, à Grenoble (1), elle atteignait mille mètres au-dessus du niveau du lac de Neufchâtel (2). La hauteur du glacier du Rhône à Morclès, au débouché du Valais, était de 1650^{m}. Les blocs erratiques, depuis le caillou jusqu'au bloc pesant des milliers de kilogrammes, se rencontrent sur les plus hautes montagnes, où nul effort, en dehors des forces de la nature, n'aurait pu les transporter. On les voit au sommet du mont Salève, à 800^{m} au-dessus du niveau de la mer, dans la vallée d'Aulps, à 1250^{m} d'altitude ; sur les flancs du mont Lachat, cette altitude n'est pas moindre de 2000^{m} (3). Tout montre dans l'Europe centrale des phénomènes d'une puissance étrange ; un silence de mort régnait dans ces pays aujourd'hui si riches et si florissants, et cette constatation de la suspension de la vie à une époque relativement récente est à coup sûr une des révélations les plus curieuses de la science contemporaine.

Nous citerons des faits semblables en Amérique ; les

M. de Saporta regarde la théorie d'Agassiz comme contraire aux faits. Il a développé ses arguments dans un bien remarquable article de la *Revue des deux mondes* (15 sept. 1881). Tel était également l'avis de Crevaux après une étude attentive sur les lieux mêmes (*Faux blocs erratiques de la Plata, prétendue période glaciaire d'Agassiz dans l'Amérique du Sud*). Malgré ces objections dont je ne me dissimule pas l'importance, la théorie d'Agassiz paraît encore la plus conforme aux faits observés.

(1) Daubrée, *Rapport sur le travail de MM. Falsan et Chantre*. AC. DES SCIENCES, 14 mars 1878.

(2) Geikie, *The great Ice Age*.

(3) Favre, *Bibl. universelle de Genève*.

stries glaciaires se montrent dans l'Iowa, dans le Michigan, dans le Wisconsin à 1200 pieds, dans l'Ohio à 1400 pieds au-dessus du niveau de l'Océan. Dans la Nouvelle-Angleterre, ces stries atteignent jusqu'à 3000 pieds d'altitude et, à Penobscot-Knob, des boulders d'un poids considérable ont été transportés à des hauteurs de 2100 pieds.

En résumé, les blocs erratiques (1), les moraines que nous rencontrons sur tant de points différents, les roches moutonnées de la Suisse et des États-Unis, les roches polies et striées de la Scandinavie et de la Finlande, comme celles de l'Amérique du Sud, ces gigantesques et muets témoins qui se dressent devant le voyageur dans tous les pays du globe attestent la puissance des glaciers (2). « Partout, dit Schimper (3), la masse burinante et puissante s'est avancée d'un pas ferme sans se laisser déranger par aucun obstacle, exerçant son action d'une manière uniforme et précise et laissant des traces qui ne permettent aucun doute sur sa nature. »

Ces faits, si prodigieux qu'ils puissent paraître, n'ont rien qui doive surprendre. Une étude attentive montre des phénomènes analogues, agissant sous nos yeux, dans nos climats, avec une intensité, il est vrai, moindre et sur un théâtre plus restreint. Pour se rendre compte de ce qu'ils ont été dans le passé, il faut braver les fatigues et les dangers d'un voyage dans l'extrême Nord. Déjà Dumont d'Urville avait parlé de glaciers aux parois absolument verti-

(1) Ces blocs présentent parfois des dimensions considérables. M. de Mortillet en cite dont le poids atteint 3630, 4579, 5512 et jusqu'à 12 000 tonnes. Leur volume est de 1370, 1728, 2080, 2500 et 4900 mètres cubes (*Préhistorique*, 1re éd. p. 291). Ces dimensions n'ont rien qui puisse surprendre. Il y a 150 ans, le glacier de Matmarkt déposait dans la vallée de Saas un bloc erratique, le Blaustein, qui cubait 8360 m. c.

(2) Lyell, *Antiquity of Man*. C. XIII, XIV, XV. — Martins, *Rev. des deux mondes*, 1er janvier, 1er février, 1er mars 1867.—*Observations sur les glaciers du Spitzberg*, Bibl. Univ. de Genève, 1840.

(3) Extrait d'une lettre adressée à M. Élie de Beaumont, *Acad. des sciences*, 1864, 1er sem., p. 43.

cales, ayant 21 kilomètres de longueur sur près de 70^{m} de hauteur. Un *iceberg*, montagne de glaces flottantes, aperçu par Ross lors de son premier voyage aux mers arctiques, plongeait dans l'eau à une profondeur de 112^{m} et son poids fut évalué à 1 292 397 063 tonnes. Un autre *iceberg*, signalé au nord de Melville Bay, était plus considérable encore ; il ne pouvait mesurer moins de 27 milliards de pieds cubes et devait peser deux milliards de tonnes. Des explorateurs plus récents racontent des faits analogues. Le grand glacier Humboldt, rapporte le Dr Kane (1), domine de cent mètres le niveau de la mer, plonge sa base à d'insondables profondeurs et décrit, entre le cap Agassiz et le cap Forbes, un arc sans solution de continuité de 60 milles géographiques. Lord Dufferin (2) dépeint les grands glaciers comme le caractère dominant du Spitzberg ; ils couvrent toutes les vallées de l'île, et Scoresby en mentionne qui n'ont pas moins de 40 à 50 milles de longueur sur 9 à 10 milles de largeur. Empruntons à MM. Lortet et Chantre un calcul tout au moins ingénieux. Le continent groënlandais, nous disent-ils (3), mesure environ 200 myriamètres de longueur sur 100 de largeur, soit une superficie de 20 000 myriamètres carrés ; en évaluant d'une manière très modérée à 165^{m} la profondeur de la glace qui recouvre cette superficie, nous arrivons au total presque fabuleux de 330 trillions de mètres cubes comme volume de cette eau congelée. Que l'on calcule, si cela est possible, l'énorme puissance dynamique de pareilles masses de glace en mouvement ; tout est broyé par une force d'une si formidable intensité.

Y a t-il eu simultanéité dans les phénomènes glaciaires qui ont atteint des régions si différentes ? Ce point reste

(1) *Artic Explorations*, t. I, p. 225.
(2) *Lettres écrites des régions polaires*, trad. franc. Paris 1860.
(3) *Études paléontologiques sur le bassin du Rhône*, Archives du Museum de Lyon.

obscur. Les glaciers paraissent plus récents en Amérique qu'en Europe, plus récents encore dans l'Asie septentrionale, comme semble le prouver la découverte du mammouth et du rhinocéros tichorhinus ensevelis dans les glaces et encore revêtus l'un et l'autre de leur peau et de leur chair (1). L'homme disparut-il victime de cette température extrême ? Les faits connus prouvent le contraire.

Les vallées du Gange, de l'Irawaddy, du Nil ont été épargnées par les glaciers (2). L'Europe occidentale elle-même n'était pas entièrement couverte par les glaces. Nous avons dit les limites des glaciers des Alpes ; les plus considérables ne dépassaient guère la latitude de Lyon. L'homme, doué dès ses débuts sur la terre d'une intelligence affirmée par tant de faits indéniables, avait pu apprécier les dangers qui le menaçaient et s'y soustraire en émigrant vers des régions plus heureuses. Sa constitution énergique lui permettait d'ailleurs, nous l'avons dit, de braver les excès du froid. L'homme dont le squelette a été découvert par M. Ami Boué, celui retiré par M. Faudel du lehm du Rhin à Eguisheim, celui trouvé à Lahr sur l'autre rive du fleuve, la femme que signalent MM. Falsan et Chantre, dans le

(1) Le Musée de Saint-Pétersbourg possède un squelette de mammouth encore partiellement revêtu de sa peau et de sa chair. Pallas avait trouvé en Sibérie en 1772, sur les bords d'un des affluents de la Lena, un rhinocéros tichorhinus encore revêtu de poils longs, raides et de couleur grise, qui recouvraient une laine courte et épaisse. Le professeur Brandt a pu extraire d'une des molaires des fragments de nourriture à moitié machée et composée de débris de feuilles de pin, d'une graine de polygonacée et de très petits fragments de bois de conifère, dont le rhinocéros était forcé de se nourrir, tout au moins durant les hivers. Récemment, on vient de trouver auprès d'une petite rivière sibérienne, la Balantaï, affluent du Yani, la tête d'un jeune rhinocéros possédant presque toute son enveloppe de chair et dans un état de conservation remarquable. On sait que cette conservation des chairs dans les régions glacées est de très longue durée. Nordenskiold cite sur le rivage de la péninsule Tchoukte des ossements de baleine enfouis depuis de longs siècles. Quelques-uns étaient encore recouverts de peau et d'une chair rouge presque fraiche.

(2) Falconer, *On the asserted occurence of human bones in the ancient deposits of the Nile and the Ganges.* JOURN. GEOL. SOC. OF LONDON, t. XXI.

lehm du Rhône à Toussieux (Isère), vivaient au milieu des glaciers. Sur tous ces points, le lehm est en effet au niveau des moraines frontales et se superpose comme elles aux dépôts plus anciens. Nous avons également des preuves d'un ordre différent. Schaafhausen raconte la découverte dans la vallée de la Moselle, à une profondeur de 22 pieds, d'un crâne de *Bos moschatus*, un des animaux caractéristiques de la région arctique. Ce crâne, probablement le plus complet qui existe, porte à sa surface plusieurs incisures faites par la main de l'homme à l'aide d'un instrument en pierre ; il gisait dans une terre argileuse recouverte par la lave et par les déjections d'un volcan éteint. M. Cazalis de Fondouce nous montre à l'époque de la Madelaine, qui peut correspondre à la retraite des glaciers, de riches forêts de sapins couvrant déjà les flancs des Cévennes (1) ; et le professeur Ponzi remarque que la chaleur qui se dégageait des volcans des Apennins en pleine ignition dut empêcher la formation des glaciers, tout au moins jusqu'à une certaine distance des roches éruptives (2). L'homme a donc pu continuer à habiter les régions méridionales de la France, les régions centrales de l'Italie. Les tufs de la campagne de Rome, contemporains de la période glaciaire, comme les alluvions de nos rivières qui ont précédé ou qui ont suivi cette période renferment des éclats de silex travaillés qui attestent, avec la dernière évidence, son existence.

Les premiers Américains ont également été témoins de ces tourmentes ; les découvertes du docteur Abbott (3) dans les graviers micacés de la vallée du Delaware, auprès

(1) *Cong. préh. de Stockholm*, t. I, p. 124.

(2) *Les relations de l'homme préhistorique avec les phénomènes géologiques de l'Italie centrale.* Cong. préh. de Bologne, 1873, p. 56.

(3) *Primitive Industry*, Salem, Massachusetts 1881. Nous ne pouvons que renvoyer ceux que cette question intéresse à un article que nous avons publié en 1884 dans les *Matériaux pour l'histoire de l'homme : Période glaciaire et existence de l'homme durant cette période en Amérique.*

de Trenton (New-Jersey), ne peuvent laisser aucun doute à cet égard. Les silex taillés, les ossements humains qui ont été recueillis par lui sont, jusqu'à ce jour, les plus anciennes preuves connues de l'existence de l'homme dans les immenses régions que baignent l'Atlantique et le Pacifique.

Ainsi donc, ni en Amérique, ni en Europe, ni sans doute dans les autres continents, aucune hésitation n'est désormais possible ; nous pouvons affirmer que l'homme a vécu durant l'époque glaciaire. De nouvelles découvertes viendront certainement démontrer plus énergiquement encore cette conclusion aujourd'hui généralement acceptée.

Il faut maintenant aborder des hypothèses plus discutées. Presque tous les géologues (1) admettent au début des temps quaternaires deux périodes glaciaires, séparées par un long intervalle durant lequel la température aurait été moins rigoureuse. D'autres, au contraire, affirment l'unité de la période glaciaire et distinguent seulement des phases diverses marquées par l'avancement ou le recul des glaciers (2).

Avant de nous prononcer, résumons les opinions qui ont été émises.

Un des savants les plus éminents de notre époque, M. A. Gaudry, décrit ainsi l'histoire des temps quaternaires dans le bassin parisien (3) :

1° Une phase chaude qui forme la transition entre le monde tertiaire et le monde quaternaire; elle correspond aux dépôts de Saint-Prest auprès de Chartres, et elle est caractérisée par l'*Elephas meridionalis*.

(1) Nous citerons MM. Morlot, Julien, Escher, Collomb, Agassiz et presque tous les géologues anglais.

(2) Je reconnais, dit M. Falsan (*Mat.* 1884, p. 344), que les anciens glaciers ont oscillé en Suisse à Utznach, à la Dranse, au bois de la Batie ; mais rien ne m'a prouvé qu'ils aient disparu complètement, ni qu'ils aient envahi à plusieurs fois les plaines des Dombes et du bas Dauphiné.

(3) *Nature*, 7 janv. 1882, p. 94.

2° Une grande phase glaciaire à laquelle est dû le dépôt de Montreuil à la cote de 100 m. De grands troupeaux de rennes, de nombreux rhinocéros vivent dans la vallée de la Seine, dont le creusement était encore fort peu avancé.

3° Une nouvelle phase chaude marquée par le dépôt du Bas-Montreuil à la cote de 53m. Belgrand a reconnu une faune bien différente de celle de la période précédente. Nous citerons l'hippopotame, le *Rhinoceros Merckii*, l'*Elephas antiquus*, de nombreux cervidés, tous recherchant une température chaude.

4° Une phase tempérée caractérisée par la présence simultanée des espèces froides et des espèces chaudes. L'*Elephas primigenius*, le *Rhinoceros tichorhinus* reparaissent de nouveau.

5° Retour momentané du froid ; les rhinocéros eux-mêmes ont disparu, et le renne reste le représentant principal de la faune.

6° Un climat tempéré assez semblable à notre climat actuel, et qui correspond à la période néolithique des archéologues.

Desor nous fait connaître des phases à peu près analogues en Suisse (1) : 1° Invasion des glaces à la suite du soulèvement de la dernière partie des Alpes, qui marque le début de l'époque quaternaire. Les glaciers se développent au milieu d'un climat jusque-là tempéré, ainsi qu'en témoignent la faune et la flore pliocènes.

2° Cette invasion est suivie d'une retraite des glaciers. C'est la période interglaciaire caractérisée par les dépôts de Wetzikon et par les alluvions de formation ancienne. C'est à cette époque que l'on constate en Suisse les premières traces d'un travail humain.

3° Deuxième invasion des glaciers : la région entière est couverte d'un manteau de glace.

4° Les glaciers fondent de nouveau, et en fondant

(1) *Le Paysage morainique.*

amènent d'immenses débâcles. Ces eaux diluviennes bouleversent, remanient, nivellent les dépôts glaciaires, et forment ces amas imparfaitement stratifiés qui se rencontrent sur les plateaux tertiaires de la Suisse. Les glaciers en se retirant déposent des moraines concentriques, qui barrent les vallées et restent les témoins de leurs étapes.

5° Les glaciers ont disparu ; le climat s'améliore lentement ; la flore arctique, qui régnait de la Scandinavie à la Suisse, est reléguée dans les hautes vallées des Alpes et remplacée par la flore actuelle.

Oswald Heer appuie l'hypothèse des deux périodes glaciaires par des preuves sérieuses (1). Sur différents points de la Suisse, dans les cantons de Zurich et de Saint-Gall notamment, il a reconnu des bancs de lignites formés d'essences encore existantes, telles que le sapin, l'if, le mélèze, le chêne, le bouleau et l'érable. Dans les couches successivement formées, il a recueilli des dents d'éléphants *(Elephas antiquus)*, un squelette presque complet de rhinocéros *(R. Merckii)*, des ossements de bœuf, des dents de l'ours des cavernes. Les animaux vivaient au milieu d'une végétation semblable à celle qui existe aujourd'hui, sous un climat qui ne devait guère différer du climat actuel. Mais ces animaux et ces plantes avaient été précédés par une époque glaciaire; les lignites qui les renferment reposent sur un lit de cailloux striés par les glaces, et les lignites eux-mêmes sont recouverts par le terrain diluvien déposé par lits réguliers, cailloux, sable et loess, au milieu desquels se dressent de gros blocs erratiques. Leur origine n'est point douteuse, tous portent les traces évidentes de l'action des glaciers.

A Carlat, dans le Cantal, les tables basaltiques alignées témoignent de la durée et des prodigieux effets du phénomène glaciaire. Là aussi deux périodes de froid paraissent

(1) On peut consulter, dans le même sens, un travail de M. Ch. Martins, publié en 1867 dans la *Revue des deux mondes*.

incontestables (1) ; elles forment même un des traits caractéristiques du Plateau Central, et M. Julien les décrit à son tour dans les alluvions de Perrier (Puy-de-Dôme) (2), qui renferment les ossements de l'*Elephas meridionalis*, du *Rhinoceros leptorhinus*, du grand ours, de l'hyène, du cheval, mêlés à des conglomérats formés de blocs de dimensions bien diverses, depuis celui mesuré par Bravard qui cubait 6000^{mc} jusqu'au grain de sable le plus fin (3). Tous ces blocs sont anguleux, striés, et proviennent de hautes montagnes, telles que le pic de Sancy ou le mont Dore, un des points culminants du Plateau Central. Si nous extrayons du tableau dressé par M. Julien les couches stratifiées qui se rapportent à la période glaciaire, nous verrons successivement une première extension des glaces, une fusion générale de ces glaces, et la formation des alluvions caractérisées par l'*Elephas meridionalis;* une seconde extension glaciaire enfin, caractérisée par le mammouth. La première période surtout est remarquable par la grande longueur des rameaux glaciaires. Ils descendaient du mont Dore, débordaient dans les vallées et se rejoignaient par-dessus les lignes de faîte, recouvrant toute la région à une distance de 40 à 50 kilomètres. C'est à Perrier qu'ils ont déposé leur moraine terminale, immense accumulation de boues, de ponces, de blocs anguleux, de trachytes et de basaltes.

Bien qu'il soit impossible de dater d'une façon certaine la période interglaciaire du Puy-de-Dôme, la faune et la flore permettent de la présumer contemporaine des lignites de Zurich, de la forêt submergée de Cromer en Angleterre (4), des dépôts du Val d'Arno, du gisement du Mont-

(1) *Soc. Géol. de France*, Aurillac, 1884. — *Mat.* 1885, p. 375.

(2) *Phénomènes glaciaires dans le plateau central de la France et en particulier dans le Puy-de-Dôme et le Cantal.*

(3) Ces dépôts étaient regardés par Bravard comme des coulées volcaniques de boue, par Lecoq comme de vastes dépôts torrentiels. C'est M. Julien, croyons-nous, qui le premier a établi leur véritable caractère.

(4) La présence dans le *Forest Bed* de Cromer du morse et du narval, à

Dol et peut-être même des sablières de Saint-Prest. Nous avons ainsi la preuve de l'identité du climat, de la température et des conditions biologiques sur des points bien éloignés les uns des autres. N'en ressort-il pas, comme conclusion, une action générale s'étendant sur une grande partie tout au moins de notre continent ?

Le gisement du Mont-Dol, dont nous venons de parler, remonte à l'époque glaciaire et date d'une période de réchauffement placée entre deux périodes très froides (1). M. Scipion Gras établissait, il y a plus de vingt ans déjà, l'existence dans le Dauphiné de deux périodes glaciaires (2). M. Roujou compte même dans le bassin de la Seine trois actions glaciaires, appartenant à deux époques différentes, mais dont les traces restent plus confuses et moins considérables que celles observées en Auvergne (3). Si je m'explique bien la pensée de M. Roujou, ces périodes comprennent : 1° les vastes surfaces striées par les glaces découvertes à la Padôle par Belgrand, et les amas de blocs et de roches anguleuses antérieurs à l'*Elephas meridionalis ;* 2° les glaces fluviatiles dont l'action, déterminée par un froid bien moins rigoureux, coïnciderait avec la période interglaciaire de M. Julien ; 3° une nouvelle invasion des glaciers se rapportant à l'époque du mammouth, à la deuxième période des géologues suisses ou bien encore à la cinquième phase indiquée par M. Gaudry.

En Carinthie, des moraines facilement reconnaissables sont superposées à une couche glaciaire plus ancienne. Entre les moraines et cette couche, on rencontre un limon interglaciaire, où l'on a recueilli les ossements du *Rhinoceros tichorhinus*, du *Bos* et de l'*Ibex*. Le comte de

15° au sud des mers qu'ils habitent aujourd'hui, montre qu'à l'époque pliocène et aux débuts de la période post-pliocène la faune des mers d'Europe était arctique.

(1) Sirodot, *Nature*, 1er sem., p. 411. — Hamard, *Gisement du Mont-Dol*.

(2) *De la nécessité d'admettre deux périodes glaciaires*. Arch. Sc., Genève, 1885.

(3) *Bull. Soc. Anth.*, 1872, p. 733.

Wurmbrand, qui signalait ce fait au congrès préhistorique de Budapest (1), ajoutait qu'il serait facile d'en citer de semblables en Styrie et dans la Haute-Autriche. « La différence, continuait-il, entre les deux couches glaciaires, surtout dans le voisinage des glaciers, est très évidente, et semble prouver que le mouvement tantôt progressif, tantôt rétrograde de ces glaciers s'est renouvelé à plusieurs reprises. »

Des faits nombreux témoignent de l'existence en Amérique comme en Europe d'une seconde période glaciaire. On a reconnu sur différents points des couches renfermant, selon leur position géographique, soit des plantes terrestres, soit des coquilles marines intercalées entre deux couches de loess. La terre à briques de la Pensylvanie daterait de la première et de la plus importante de ces périodes ; le gravier de Trenton serait le témoin de la seconde extension des glaciers. Ce ne sont point là des faits isolés ; on a rencontré dans le Kentucky deux dépôts parfaitement distincts (2). L'un serait antérieur à la formation de la vallée de l'Ohio, le second ne remonterait qu'aux temps où la rivière avait déjà creusé son lit. Il y a quelques années, le professeur Newberry annonçait la découverte, sur les bords mêmes de l'Ohio, d'un *Forest Bed* intercalé entre deux couches de limon dont l'origine ne paraît point douteuse, et renfermant des ossements de mastodonte, d'éléphant et d'un castor bien plus grand que les castors actuels. Récemment enfin, la commission géologique du Canada reconnaissait également les traces de ces deux périodes (3). La première devait correspondre à un envahissement général des glaces polaires, la seconde à un développement des glaciers locaux. Durant l'intervalle pro-

(1) *Compte rendu*, pp. 33 et 34. Telles sont également les conclusions du prof. Hans Hofer, *Studien aus Karnthen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, 1875.

(2) *Proc. Am. Ass.* Buffalo, 1876.

(3) *Geol. Survey of Canada, Report*, 1877-78.

bablement très long qui sépare ces périodes, l'Amérique du Nord, et particulièrement les régions qui forment aujourd'hui l'État d'Ohio, étaient couvertes de magnifiques forêts, où les mastodontes et les megatherium trouvaient à la fois une nourriture abondante et une retraite assurée. Leurs ossements mêlés aux débris d'immenses végétaux ne peuvent laisser aucun doute à cet égard (1).

M. Penck, dans un travail remarquable, se rapproche d'une théorie sur laquelle nous reviendrons. Il constate des oscillations très importantes dans le régime des glaciers, et il croit que ces oscillations ont donné lieu à la distinction de deux périodes principales (2). L'extension des glaciers durant la plus ancienne de ces périodes aurait été sensiblement plus grande que durant la seconde et la plus récente. L'homme vivait déjà, car, bien que l'Allemagne soit pauvre en stations paléolithiques, on a pu constater sa présence à Thiede, à Westergeln, à Gera ; de nouvelles découvertes viendront sûrement grossir le nombre de ces stations et de nouvelles preuves s'ajouter à celles déjà recueillies.

Certains savants ne bornent même pas à deux ou trois les périodes marquées par la grande extension des glaciers et font de leur périodicité à de longs intervalles une loi physique de notre globe encore inexpliquée. Tel était l'avis de Desor (3), et tel paraît être celui de M. Collomb (4). Il admet bien, à partir de la fin de l'époque tertiaire, deux périodes distinctes : la première, représentée par les phénomènes si considérables du nord, la seconde, d'une époque plus rapprochée de nous, et dont il est encore facile de retrouver les traces dans les Vosges; « mais rien ne prouve, ajoute-t-il, qu'il faille se limiter à ces deux extensions; peut-être y en a-t-il eu d'autres qui ne sont pas encore étudiées. » A ces noms faut-il

(1) *American Journ. of Science*, t. V, p. 240.
(2) *Arch. für Anthropologie*, t. XV, 1884.
(3) *Congrès préh. de Paris* 1867, pp. 274 et suiv.
(4) *Bull. Soc. sciences de Neufchâtel*, 1861.

joindre celui de Geikie (1)? Suivant lui, il existe en Écosse et en Angleterre des preuves sérieuses d'au moins quatre extensions glaciaires. La température s'était adoucie durant l'intervalle qui les sépare; car, si pendant ces périodes elles-mêmes toute vie paraît éteinte, on rencontre dans les dépôts intermédiaires les ossements du mammouth, du renne et du grand cerf. M. Tiedeman montre également une première période glaciaire qui aurait étendu son action sur la Grande-Bretagne avant le complet développement de la faune quaternaire. Si les vestiges de cette période sont assez distincts dans le sud, ils ont généralement disparu dans les comtés du nord, à la suite d'une seconde invasion des glaciers qui ont profondément remanié et bouleversé les dépots antérieurs, faisant disparaître toute trace de l'homme et des grands animaux ses contemporains, et ne laissant subsister des preuves de l'existence des uns ou des autres que dans les cavernes soustraites à leur action (2).

S'il est certain que notre globe a traversé des temps de froid extrême, caractérisés par un immense développement des glaciers, nous devons convenir que, malgré les probabilités très grandes que l'on peut faire valoir pour l'affirmer, les deux périodes glaciaires séparées par une période de chaleur relative ne peuvent être rigoureusement prouvées ; aussi pour beaucoup d'esprits éminents restent-elles des phénomènes locaux dont on prétend à tort généraliser les effets. Selon des théories dont nous avons déjà dit un mot, les glaciers ont subi des oscillations proportionnelles à leur étendue, donnant lieu tantôt à un avancement, tantôt à un retrait. Ce seraient cet avancement et ce retrait ayant embrassé des temps fort longs, mêlés de péripéties diverses, que l'on prétend être des périodes différentes.

(1) *The Great Ice Age*, pp. 380, 405. — Jamieson, *Hist. of the last geological changes in Scotland.*

(2) *Anthropological Inst. of Great Britain and Ireland*, 1877.

Telle est, nous l'avons vu, l'opinion de M. Penck. D'autres géologues vont plus loin encore; ils se refusent à admettre, au début de l'époque quaternaire, un changement climatérique important, s'étendant sinon sur le globe entier, du moins sur de vastes régions. Selon eux, le climat n'aurait jamais atteint les proportions extrêmes que l'on dit. Il convient de résumer les faits, et il en est de fort plausibles qui viennent à l'appui de ce système, et les arguments par lesquels on veut l'étayer.

Lartet (1) disait, dès les débuts des études préhistoriques, que la période quaternaire, envisagée par bien des esprits comme une transition critique et violente des temps géologiques à l'époque actuelle, avait probablement vu se développer des milliers de générations successives des mêmes mammifères qui peuplent encore l'Europe ; elle a également été traversée par une faune de mollusques terrestres et d'eau douce, dont les espèces les plus fragiles se sont perpétuées jusqu'à nous dans les mêmes conditions de distribution géographique; sur 57 de ces espèces observées dans les dépôts préglaciaires, 54 sont encore vivantes et leur présence semble exclure toute idée de changement brusque et violent. Il est une observation plus grave encore ; l'homme apparaît à ce moment, ou, pour parler avec une exactitude plus rigoureuse, c'est à ce moment que nous avons les premières preuves certaines de son existence, et il est singulier de penser qu'une période de froid intense ait coïncidé avec la première extension du genre humain encore si voisin de son berceau et avec une expansion véritablement formidable de la faune mammalogique.

M. de Saporta donne à cette objection la grande autorité de sa science (2). « Aux temps quaternaires, disait-il à

(1) *Comptes rendus Ac. des sciences*, 1858, t. XLVI, p. 409.

(2) *Sur le climat présumé de l'époque quaternaire dans l'Europe centrale, d'après les indices tirés de l'observation des plantes.* CONG. PRÉH. Stockholm, pp. 82 et suiv. — *Sur le climat présumé des environs de Paris à l'époque du*

l'Association française réunie à Clermont, ce n'est pas sur des plages glacées, sous un ciel sévère, au milieu d'une nature boréale et appauvrie, que se pressent en foule des milliers de ruminants, de grands cerfs, des troupes de pachydermes et de proboscidiens gigantesques; c'est à l'ombre de lauriers touffus, de figuiers chargés de fruits, de berceaux de clématites entrelacées, à travers les futaies de frênes, de peupliers, de saules, à l'ombre des sycomores, sous un ciel clément, que ces animaux errent librement. Si l'homme est venu s'établir dans ces régions, c'est qu'il rencontrait une contrée fertile, une température modérée, des hivers remarquablement doux, des animaux nombreux qui assuraient sa vie par la chasse et la pêche, un pays couvert de forêts profondes, propres à lui procurer à la fois un abri facile et un lieu de refuge contre les ennemis qu'il avait à combattre. »

M. de Saporta avait déjà soutenu la même thèse à Stockholm. « Le nom de période glaciaire ne nous semble juste, disait-il, que si on lui donne la signification de *période des glaciers* et non pas celle de période froide ou glacée par le froid. L'extension des glaciers, loin d'être une cause nécessaire de refroidissement, a dû coïncider en Europe avec l'existence dans les vallées inférieures, sur les points soustraits à l'action des glaces, d'un climat fort doux, plus tempéré et plus chaud, mais surtout plus humide que celui qui règne maintenant aux mêmes lieux. L'extension des glaciers est un phénomène sans relation directe par lui-même avec la rigueur du froid. » Si nous acceptons ces conclusions, les glaciers qui depuis la fin du pliocène sont descendus du sommet des Alpes, des Pyrénées, des Vosges, des montagnes de l'Écosse comme de celles de l'Auvergne ont pu à bien des reprises avancer ou reculer, changer de direction ou se retirer momentanément, sans qu'il en résulte une preuve en faveur de l'hypothèse

diluvium gris. Ass. Franç. Clermont 1876, pp. 642 et s. — *Revue des deux mondes*, 15 sept. 1881; 1er mai 1883; 1er juillet 1884.

d'une révolution climatérique, susceptible d'adoucir, puis d'aggraver de nouveau le climat européen, celui même de l'hémisphère boréal tout entier, et le trait caractéristique de l'époque quaternaire aurait été, sauf des exceptions locales, une température égale, s'abaissant peu en hiver, et une chaleur estivale amortie par une grande humidité.

C'est principalement par l'étude de la flore que M. de Saporta justifie sa thèse. La distribution géographique des végétaux frutescents de l'Europe durant les temps quaternaires est trop en rapport avec celle constatée dans le dernier âge tertiaire, pour admettre une perturbation brusque et générale qui aurait éliminé les formes antérieures et changé tout l'aspect de la flore; l'état ancien et l'état actuel de ces végétaux sont trop solidaires, pour qu'on puisse facilement supposer une action perturbatrice intermédiaire. D'un autre côté, comment serait-il possible que le laurier rose, le laurier noble, le lentisque, le myrte, que l'on trouve, notamment aux débuts de l'époque quaternaire, associés à l'*Elephas antiquus*, aient pu survivre à des froids rigoureux ? Sur quinze espèces qui forment la flore des tufs de Moret, contemporaines du mammouth et aussi de l'homme qui taillait des silex sur les bords de la Seine ou de la Somme, onze, et ce sont les plus caractéristiques, se retrouvent en Provence et montrent le climat du nord de la France et celui du midi soumis l'un et l'autre aux mêmes conditions tempérées. Il serait facile de citer d'autres faits analogues, et il est probable qu'à mesure que l'on connaîtra plus complètement les flores locales, leur nombre s'accroîtra indéfiniment. Nous n'en voulons retenir qu'un seul, trop remarquable pour être passé sous silence. Dans la Nouvelle-Zélande, le glacier de la Waïau récemment étudié descend jusqu'à 212^{m} au-dessus du niveau de la mer, et laisse tomber les blocs de ses moraines au milieu des fougères arborescentes, des pins, des hêtres, des fuchsias. Des végétaux délicats peuvent donc croître et fructifier dans le voi-

sinage des glaciers, et il serait possible d'expliquer leur présence sans recourir à l'hypothèse d'importants changements climatériques (1).

La faune, loin de contredire les assertions de M. de Saporta, milite plutôt en leur faveur. Une végétation riche et vigoureuse était nécessaire pour assurer l'existence et la reproduction des proboscidiens, des cervidés qui erraient en nombre immense dans tous les pays. Ils ont disparu lentement, et, pour emprunter encore au savant paléontologiste sa propre pensée, « il est bien certain, dit-il, que la nature vivante, malgré quelques oscillations partielles, a conservé presque partout son équilibre et que les animaux qui existaient au début de l'époque quaternaire ont été simplement déplacés par un mouvement éliminatoire fort lent et dont nous déchiffrons graduellement la légende. » C'est donc par une élimination graduelle que l'on est arrivé à la faune qui nous entoure. Certains faits historiques qui constatent la disparition ou l'émigration d'espèces entières justifient cette hypothèse. L'aurochs, le bison, l'élan vivaient encore dans nos régions au temps de Charlemagne ; le cheval sauvage, protégé probablement par une épaisse fourrure, hantait les forêts des Vosges au seizième siècle. Le renne lui-même, si nous acceptons la célèbre description de César, ne disparut de la France qu'au début de l'ère chrétienne (2). Mais qu'est-il besoin de ces vieux exemples? Les mêmes faits se passent de nos jours ; il est certain que nos descendants ne verront plus les loups, les ours, les chamois des Alpes, les lions de l'Algérie, dont les derniers représentants disparaissent sous nos yeux.

Tel est en résumé le système défendu par M. de Saporta

(1) La position du glacier de la Waïau correspond à la latitude de Cannes ou d'Antibes. Pour trouver dans notre hémisphère des glaciers atteignant la limite de ceux de la Nouvelle-Zélande, il faut aller à 20° plus au nord, sur les côtes de la Norwège. Les glaciers des Alpes s'arrêtent à plus de mille mètres au-dessus du niveau de la mer.

(2) Ch. Grad, *L'homme préh. en Alsace.* Ass. Franç., Le Havre 1877.

avec un grand talent et une grande science. Il serait facile de présenter de nombreuses objections de détail ; mais il semble inutile de s'y arrêter, car il en est une qui les domine toutes : c'est l'extrême importance des phénomènes glaciaires, que certains géologues ont peut-être exagérée, mais que l'on ne saurait, sans tomber dans un excès contraire, absolument méconnaître. L'étendue et l'importance de ces phénomènes ne permettent guère de les localiser, et le loess, cette boue glaciaire qui recouvre des régions entières, bien loin des vallées où leurs moraines s'arrêtent, est une preuve indubitable de l'abaissement de la température, qui a été soit leur cause, soit leur conséquence.

On voit par les systèmes si différents que nous venons d'exposer, par les objections que chacun de ces systèmes soulève, les difficultés qui attendent celui qui cherche à décrire les temps quaternaires. Cette époque comprend une série de phénomènes complexes que l'observateur étudie à un point de vue spécial ou local; les conclusions varient selon le milieu où chacun se place, et aucune ne pourrait être rigoureusement généralisée. C'est par l'étude attentive des faits que la science recueille chaque jour, par l'observation patiente de la stratification, de la faune, de la flore, de la géographie physique, des conditions géologiques du globe; des conditions biologiques des êtres qui le peuplent, que l'on parviendra peut-être à résoudre le problème; les savants du XIXe siècle l'ont posé avec éclat; leurs magnifiques travaux resteront le point de départ d'une solution qui échappe encore à nos impatiences.

Nous venons de dire que, si aucune conclusion certaine ne peut rigoureusement être démontrée, l'existence d'une période de froid, caractérisée par la grande extension des glaciers, est infiniment probable. Que ces phénomènes soient périodiques ou non, qu'ils se rattachent à des faits généraux ou plus simplement à des faits locaux, leur importance a été considérable. Il est facile de s'en rendre compte, de constater les traces que les glaciers ont laissées comme leurs témoins

éternels ; il est bien autrement difficile, répétons-le encore, d'expliquer les causes qui ont décidé cet abaissement de température, et, ce qui est plus inexplicable, le retour subséquent à une température plus élevée (1), qui amena la formidable débâcle des glaces et les masses d'eau tumultueuses et violentes qui caractérisent l'époque quaternaire. Ces terribles événements, qui ont failli anéantir la vie sur la surface du globe, ont-ils été soudains, imprévus? Se sont-ils au contraire produits avec lenteur? L'observation, remarque M. Julien, semble justifier cette dernière opinion et, pour notre part, nous sommes disposé à y souscrire.

En résumé, nous nous trouvons en présence de deux ordres de phénomènes dont la corrélation paraît évidente, les changements cosmiques et les changements climatologiques (2). Quelle est la cause première de ces phénomènes? A défaut de démonstrations certaines, les hypothèses plus ou moins fondées, plus ou moins plausibles n'ont pas manqué. Il n'est guère de question où ceux que l'on nomme à bon droit les maîtres de la science soient plus en désaccord.

Pour les uns, les diverses périodes glaciaires que notre globe a subies dépendent de la précession des équinoxes et des variations de l'excentricité de l'orbite de la terre (3). C'est la théorie de Herschel (4), d'Adhémar (5), de Croll (6),

(1) M. Mayer (*Dyn. des Himmel's*, p. 19) a prétendu prouver par des calculs fort ingénieux que la chaleur solaire pouvait s'accroître par les nombreux astéroïdes que le soleil attire. Nous donnons cette explication pour ce qu'elle peut valoir.

(2) Sir C. Lyell, *British. Ass.*, Bath 1864.

(3) La terre a deux mouvements qui lui sont propres, la courbe qu'elle décrit autour du soleil, qui donne la succession des saisons de l'année, et le mouvement rotatoire qui amène les phénomènes diurnes et nocturnes. L'orbite décrite par la terre autour du soleil est une ellipse dont l'excentricité diminue jusqu'à une certaine limite. On prétend que les variations climatologiques sont une des conséquences de ce dernier mouvement.

(4) « Sir J. Herschel was inclined to admit that variations in the eccentricity of the earth's orbit may be productive of considerable diversity of climate. » Geikie, *The Great Ice Age*.

(5) *Révolutions de la mer, Déluges périodiques*, 2e éd., Paris 1860. — *Bull. Soc. Anth.* 1877 p. 83 et suiv.

(6) *Climate and Time*, Geol. Magazine, 1878, p. 390.

de Lyell (1) de Geikie (2). Mais, dès 1834, Arago se refusait à admettre que les variations de l'excentricité de l'orbite terrestre pussent produire des perturbations dans la température, et, d'après un calcul (3) cité par M. de Lapparent, pour que l'axe des pôles vînt à subir un déplacement de 1° 46′, il faudrait qu'un vingtième de la surface terrestre s'élevât en bloc de 3050^{m} et qu'il se produisît un affaissement de même amplitude dans un autre quadrant.

On a aussi attribué les phénomènes que nous étudions au rayonnement de la chaleur interne, à laquelle une moindre épaisseur de l'écorce terrestre permettait de contribuer plus efficacement à la chaleur de l'atmosphère. Mais cette hypothèse, observe avec raison M. de Lapparent (4), ne résiste pas à l'examen ; dès les temps paléozoïques, la puissance des couches de gneiss et de micaschiste qui forment le terrain primitif se mesurait par des milliers de mètres et protégeait efficacement la chaleur centrale contre la déperdition. Ici encore, nous pouvons invoquer l'autorité d'Arago (5). La chaleur centrale, écrivait-il, ne saurait occasionner une variation sensible dans les climats, puisque son effet total à la surface ne dépasse pas $\frac{1}{30}$ de degré. En admettant une action plus affaiblie de la chaleur interne, on pourrait tout au plus y voir une cause de l'abaissement graduel et progressif de la température du globe ; mais elle ne saurait amener tantôt un refroidissement marqué, tantôt au contraire une période de réchauffement.

Pour M. Blandet (6), la masse solaire présentait au début des temps un volume infiniment plus considérable que son volume actuel. Cette diffusion de l'astre central maintenait

(1) *Principles of Geology*, t. I, p. 293.
(2) *The Great Ice Age*, c. x.
(3) *Royal Society*, t. CLXVIII.
(4) *Traité de Géologie* 1re éd., p. 1250.
(5) *Ann. du Bureau des Longitudes*, 1834.
(6) *Bull. Soc. Géol. de France*, 2e s., t. XXV, p. 777.

une température beaucoup plus élevée ; elle excluait les nuits prolongées et l'entassement permanent des glaces au pôle. Sa condensation progressive a amené un abaissement proportionnel de la chaleur. Cette théorie, bien qu'elle soit appuyée par un savant éminent (1), ne saurait me satisfaire ; elle peut bien expliquer que, durant les temps géologiques, durant le tertiaire notamment, le climat des régions polaires fût comparable au climat actuel de nos pays ; nous y cherchons en vain, comme dans les solutions précédentes, la cause du froid qui caractérise l'époque glaciaire, encore moins la cause de la cessation de ce froid et du retour d'une température plus clémente.

Selon d'autres physiciens, les périodes glaciaires seraient dues à une différence importante dans la distribution des océans et des continents, et à l'influence ainsi exercée sur les courants océaniques et sur la réception ou la radiation du calorique.

Dans un travail important récemment publié, un géologue belge (2), après avoir démontré l'insuffisance des raisons tirées des mouvements astronomiques (précession des équinoxes, accroissement de l'excentricité de l'orbite terrestre, température variable de l'espace sidéral, déplacement de l'axe de la rotation diurne), repousse avec non moins d'énergie les théories qui s'appuient sur les changements brusques, violents et multipliés, survenus dans la position relative des terres et des mers. Pour lui, l'époque glaciaire serait due à des causes lentes, qui agissent encore actuellement avec une intensité, il est vrai, plus faible. M. Martins a montré, il y a déjà longtemps, qu'un abaissement de 5° dans la température moyenne amènerait une nouvelle et aussi formidable extension des glaciers que celle dont nous voyons les traces. Peut-être même suffirait-il d'un abaissement moins considérable encore,

(1) Lapparent, *l. c.* p. 1251.
(2) Briart, *Principes élémentaires de Géologie*. Mons 1883.

s'il coïncidait avec un accroissement de l'humidité et avec une abondance de neige. Or, qui peut dire que les mouvements de soulèvement ou d'affaissement caractéristiques des temps tertiaires, qui ont sans doute continué durant les débuts du quaternaire, les changements dans la répartition des terres et des mers qui en ont été une des conséquences, une autre direction du *Gulf-Stream* (1) ne traversant plus comme aujourd'hui l'Atlantique, l'invasion par la mer des sables du Sahara (2) et, par suite, le refroidisse-

(1) On appelle *Gulf-Stream* le grand courant d'eau chaude que Maury a le premier fait connaître. « Il est, dit-il, comme un fleuve dans la mer ; dans les plus grandes sècheresses jamais il ne tarit ; dans les plus grandes crues jamais il ne déborde. Ses eaux tièdes et bleues coulent à flots pressés sur un lit et entre des rives d'eau froide. Nulle part dans le monde, il n'existe un courant aussi majestueux. Il est plus rapide que l'Amazone, plus impétueux que le Mississipi, et la masse de ces deux fleuves ne représente pas la millième partie du volume qu'il déplace. » Ce courant part de l'équateur, traverse l'Atlantique et baigne les côtes occidentales de l'Europe depuis le Portugal jusqu'à la Norwège. On le retrouve même au Spitzberg, et la température des eaux qu'il traverse, bien plus élevée que celle des mers environnantes, permet facilement de constater son action. Selon beaucoup de physiciens, le *Gulf-Stream* joue un grand rôle dans le climat des pays dont il baigne les côtes. M. Hopkins (*Geol. Journ.* 1852, p. 56) suppose qu'une des causes de la période glaciaire était qu'à cette époque le Gulf-Stream ne longeait pas encore les côtes de l'Europe et il ajoute que, si un nouveau détournement avait lieu, la température moyenne de nos régions pourrait certainement baisser de 6° à 7°. M. Geikie (*l. c.*, p. 143 et s.) dit dans le même ordre d'idées que, sans ce courant, le climat de l'Écosse serait semblable à celui du Labrador. On peut consulter sur toute la question les articles publiés par M. Croll dans le *Philosophical Magazine* en 1870 et 1871.

(2) Selon M. Escher de la Linth, la mer du Sahara s'étendait durant les temps quaternaires du golfe de Babès (Tunisie) jusqu'à la côte ouest de la Sénégambie. Cette mer aurait été une des causes du refroidissement et des glaciers de la Suisse (Voir Lyell, *British Ass.*, Bath 1864. — Maury *Géog. phys. de la mer*, c. II et III). Le Dr Pomel combat la théorie de la mer saharienne tant par l'étude de la faune, de la flore, de la constitution, physique et chimique, que par des considérations d'ensemble sur les pays qui bordent la partie occidentale de la Méditerranée (*Le seuil de Gabès aux temps préh.* Ass. FRANÇ., Le Havre 1877, p. 760). M. Rolland prétend même que, dès les plus anciens temps tertiaires, le Sahara formait un continent, à l'exception d'une région relativement restreinte que recouvrait encore la mer (*Acad. des sciences*, 9 juin 1884).

ment du *fœhn* ou *siroco* (1), ce vent brûlant qui s'élève des déserts de l'Afrique pour souffler sur des continents entiers, l'altitude plus grande des chaînes de montagnes (2), l'absence des glaces de la mer polaire qui, avant l'émergement de la Finlande, étaient charriées jusqu'aux rivages de l'Allemagne, d'autres causes analogues, agissant séparément ou simultanément, n'ont pas eu pour effet un abaissement de la température tel que celui dont parle M. Ch. Martins.

La complexité des phénomènes autorise toutes les hypothèses, mais celles dont nous venons de parler paraissent peu en rapport avec l'importance de ces phénomènes ; elles peuvent, à la rigueur, expliquer des faits locaux ; il est impossible de les étendre à des faits généraux, embrassant des régions entières, peut-être même les deux hémisphères. L'absence du vent chaud d'Afrique pourrait à la rigueur expliquer l'accroissement des glaciers de la Suisse, on ne saurait lui attribuer les glaces fixes ou flottantes qui se sont étendues sur tout le nord de l'Europe, et la direction du *Gulf-Stream* à travers l'Atlantique n'a pu assurément exercer une action sur les glaciers de l'Europe orientale.

S'il fallait adopter un système, je serais disposé à regarder l'extension et la fusion des glaciers comme des phénomènes corrélatifs au soulèvement des massifs montagneux. Le soulèvement amène des roches dans un milieu

(1) Le fœhn (*Favonius* des anciens) est un vent du sud-est très chaud. M. Escher a remarqué le premier que, sous l'influence du foehn, les glaciers fondaient avec rapidité. D'après M. Denzler, cité par Lyell (*British Ass.* Bath 1864, *Adress of President*) le foehn met six heures pour arriver d'Alger à Marseille et cinq heures de plus pour atteindre Genève. (Saigey. *Petite physique du globe*, t. I, c. XLII. — Zurcher, *Ann. Deherain* 1869. — F. Reclus, *la Terre* t. II, p. 320 et suiv.)

(2) M. Favre croit que les Alpes ont été une fois plus élevées qu'elles ne le sont aujourd'hui, et Charpentier estime à mille mètres l'altitude supérieure des Alpes quaternaires ; elles se sont abaissées de toute la masse des matériaux, blocs erratiques, cailloux, sable, glaise, qui se sont répandus dans les plaines voisines. (Favre, *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse avoisinant le mont Blanc*, 3 v. 8°. atlas 4°, Paris 1867.)

très froid; il crée une condensation de la vapeur d'eau atmosphérique; cette vapeur, par son évaporation, maintient une humidité constante se traduisant en neige sur le sommet des montagnes, et l'intensité de l'évaporation est une cause nouvelle de l'intensité du froid qui transforme plus ou moins rapidement les neiges amoncelées en ces puissants glaciers, dont nous avons cherché, bien imparfaitement sans doute, à retracer les effets.

M. de Parville (1), à qui nous empruntons ces détails, ajoute que, les Pyrénées s'étant soulevées avant les Alpes, les premières périodes glaciaires s'y rattachent; puis sont arrivées les périodes alpines; les périodes américaines seraient plus récentes et les glaciers de l'Himalaya auraient été les derniers formés. Enfin, quand les phénomènes du soulèvement tantôt brusque, tantôt lent des montagnes prirent fin, les glaciers rentrèrent dans leur lit et leur formidable extension ne fut plus qu'un souvenir.

Bien que cette dernière solution paraisse supérieure à toutes celles qui ont été successivement mises en avant, nous ne pouvons nous dissimuler qu'elle ne saurait se prouver d'une manière complètement suffisante. Aussitôt que l'on touche aux grands problèmes de la nature, aux perturbations subies par le globe que nous habitons, par les astres qui nous éclairent, comme à l'origine des êtres qui ont vécu avant nous ou autour de nous, la science humaine ne peut que confesser son impuissance. De là, la multiplicité des hypothèses; nous avons cherché à résumer les plus importantes parmi elles. Les unes sont plus plausibles que les autres, mais aucune n'apporte une conviction sérieuse sur l'origine des grands froids que la terre a traversés et dont les traces, aujourd'hui encore, sont si évidentes.

Mais, quelle que puisse être notre indécision sur la cause première de ces phénomènes, les doutes sur leur date initiale et sur leur durée sont plus grands encore. « Quand on

(1) *Correspondant*, 25 décembre 1880.

examine, disait sir C. Lyell à l'Association britannique, la longue série des événements qui se sont accomplis durant la période glaciaire et la période postglaciaire, l'imagination s'alarme à l'immensité du temps nécessaire pour interpréter les monuments de ces époques, pendant lesquelles vivaient toutes nos espèces actuelles. »

Bien que des siècles innombrables se soient sans doute écoulés depuis le début de l'époque glaciaire, rien ne permet de l'établir avec quelque précision; l'histoire et la légende, la fable et la tradition sont muettes, et tout chronomètre fait défaut à notre curiosité. La théorie des causes lentes, chère à une certaine école, ne paraît guère justifiée dans sa généralisation extrême. Si sur quelques points, par exemple, les montagnes se sont soulevées par des mouvements imperceptibles qui n'ont dû leur importance qu'à leur longue durée, sur d'autres au contraire la violence du soulèvement est attestée par l'âpreté des plissements qui les sillonnent. Les phénomènes cosmiques ont donc singulièrement varié dans leur intensité, et ce seul fait engage à une grande défiance vis-à-vis des chiffres fantastiques dont on abuse trop facilement. S'il faut modifier quelques-unes des dates admises jusqu'à ce jour, il convient de ne pas s'aventurer dans des calculs ou dans des hypothèses qui n'ont jamais appartenu à la science. C'est sous le bénéfice de ces réserves que nous reproduisons quelques-uns d'entre eux.

M. Geikie dit que la période glaciaire a précédé notre ère de 240 000 ans, et M. Blandet, dans une communication récente à la Société de géologie, lui attribue une durée de 250 000 ans. D'autres préhistoriens vont plus loin encore, et placent la grande extension des glaciers à 350 000 ans avant les temps historiques. M. de Mortillet est plus modéré (1); il dit qu'on reste probable-

(1) *Le Préhistorique*, 1re éd., p. 626. — On consultera avec fruit sur cette question un excellent travail de M. l'abbé Hamard : *Études critiques d'Ar-*

ment au-dessous de la vérité en attribuant à l'époque glaciaire une durée de cent mille ans, et il cherche à établir le nombre des siècles qui séparent cette époque de la nôtre, par l'étude des corrosions opérées depuis les Romains sur la colline calcaire qui domine Aix-les-Bains. Les corrosions, nous dit-il, opérées pendant une période de 1800 ans environ, par les actions atmosphériques, sur les surfaces laissées à nu dans une carrière autrefois exploitée, mesurent deux à trois millimètres de profondeur, tandis que les plus anciennes atteignent sur ce même calcaire jusqu'à un mètre. En admettant une corrosion d'un centimètre par vingt siècles, nous arriverons à reporter à 200 000 ans en arrière l'époque où les glaciers dont on relève les traces ont abandonné la vallée d'Aix.

Tous ces chiffres, répétons-le, s'appuient sur les phénomènes cosmiques ou physiques qui s'accomplissent sous nos yeux. Or rien ne prouve que leur action fût identique dans les temps quaternaires ; et tout, au contraire, permet de supposer que leur intensité était bien supérieure. Dans l'état actuel de la science, aucune comparaison n'est donc possible, et le présent ne permet point d'apprécier l'incalculable passé.

Si aucun calcul sérieux n'est permis, nous ne pouvons cependant absolument méconnaître l'importance des changements qui se sont accomplis depuis la grande extension des glaciers, changements climatériques, changements dans la configuration du sol et dans la géographie physique du globe, changements dans la faune et dans la flore, changements dans les conditions biologiques. Ces changements ont certainement exigé des temps considérables ; mais, quelle que puisse être leur longueur, l'homme notre semblable et notre ancêtre en a été le témoin. Il a vu les

chéologie préhistorique, Paris 1880. C'est à lui que nous empruntons les chiffres que nous donnons ; point n'est besoin d'ajouter que, pas plus que lui, nous ne les acceptons.

glaciers se former, il a vu leur formidable débâcle; il a survécu à la température rigoureuse qui sévissait, et les silex auxquels son intelligence naissante savait déjà donner les formes les mieux appropriées à ses besoins attestent hautement sa présence.

Dieu réservait à notre race de plus glorieuses destinées ; ni les rigueurs du climat, ni la lutte pour la vie contre les gigantesques pachydermes, contre les formidables carnassiers ne peuvent arrêter l'essor ordonné par d'impénétrables décrets. Chaque jour ajoute pour l'homme aux progrès de la veille. Les temps quaternaires confirment cette loi générale. Les silex trouvés dans les assises inférieures sont presque bruts; dans les assises supérieures, ils deviennent de véritables haches elliptiques, allongées, taillées à petits éclats ; dans les assises superficielles qui forment le sol actuel, ils annoncent par le fini du travail une civilisation comparativement avancée. Cette loi du progrès de l'humanité, incontestablement vraie pour les temps historiques, ne l'est pas moins pour les temps où l'homme débutait sur la terre. Loi providentielle, elle est notre grande consolation, notre suprême espérance au milieu des tristesses et des anxiétés du présent.

Mis DE NADAILLAC.

LA SCIENCE

ET

LA CRISE AGRICOLE

EN BELGIQUE

Il n'est peut-être point de matière sur laquelle on ait disserté plus abondamment et plus savamment, depuis quelques années, que sur la question dont je me propose d'examiner un côté particulier, en me plaçant au point de vue exclusif de nos intérêts nationaux. Économistes, journalistes, chimistes, agronomes, vétérinaires, avocats, physiologistes ont discuté tour à tour, avec plus ou moins de compétence, les causes multiples de la crise agricole et les divers moyens d'y remédier.

Comme il arrive presque toujours, chacun s'est efforcé de résoudre le problème à la lumière de ses connaissances spéciales, et conformément à ses intérêts. Suivant le point de vue où l'on se trouve placé par ses préoccupations personnelles, par sa position sociale, par ses études, on devient libre-échangiste, opportuniste, ou partisan déclaré de la protection. Tandis que l'un ne voit le salut que dans la liberté du travail et des échanges, l'autre, plus positif, ne découvrant cette liberté nulle part, demande que l'agriculture soit protégée en Belgique, comme ailleurs, contre

l'invasion étrangère, par des droits prohibitifs plus ou moins élevés. Les opportunistes, tout en déplorant la nécessité de ces droits, qu'ils considèrent comme l'expression d'une évolution rétrograde au point de vue idéal, revendiquent l'égalité devant l'impôt et la douane pour l'agriculture, le commerce et l'industrie. En fait, ils ne diffèrent pas des protectionnistes déclarés, qui ne réclament guère autre chose, sauf peut-être en ces derniers temps, où l'intensité de la crise menace l'existence même de l'industrie agricole dans certaines régions de la Belgique comme de la France. « L'égalité dans la protection, en attendant que, par le consentement général des autres nationalités, l'égalité dans la liberté soit possible, voilà, comme le dit très bien M. Lecouteux, ce que l'agriculteur demande surtout aux gouvernements. » Il nous semble qu'en ce qui nous concerne, la position de la question préalable pourrait contribuer pour une très large part à simplifier le débat.

Cette question, la voici :

Étant données les exigences et les besoins économiques des pays qui nous entourent et de l'Amérique, la Belgique peut-elle se défendre efficacement par des mesures fiscales ?

En d'autres termes, est-ce que l'établissement de droits protecteurs ou compensateurs plus ou moins élevés sur les produits agricoles étrangers n'exposerait point notre petit pays à des représailles d'autant plus redoutables que les autres industries nationales sont également très éprouvées par la crise ?

Cette question peut être considérée comme partiellement résolue pour le bétail. En effet, la France et l'Allemagne ne peuvent trouver mauvais que nous imposions leur bétail à l'entrée d'un droit égal à celui qu'ils font payer au nôtre. L'expérience est faite d'ailleurs. On a vu la crise aiguë qui éprouve aujourd'hui l'agriculture s'accentuer singulièrement au lendemain de la mise en vigueur de la loi sur le bétail en France.

Alors que, six mois après le vote de la loi, la surtaxe de vingt-cinq francs par bœuf et de trois francs par mouton n'avait pas élevé le prix de la viande sur pied ; au contraire, le prix des bêtes à cornes avait baissé de 10 pour cent (1) sur le marché français. Cette baisse a persisté depuis, tandis que les éleveurs français écrasaient notre marché indigène en profitant de la libre entrée sans réciprocité. Il en résulte que nos éleveurs indigènes, qui bénéficiaient de l'avilissement du prix des céréales en nourrissant leur bétail de froment, sont aujourd'hui aussi cruellement éprouvés que les producteurs de blé.

Quant aux céréales d'origine exotique, la question se complique davantage, et l'on peut craindre qu'ici *la force ne prime le droit*, et que les petits pays comme le nôtre ne succombent dans une lutte par trop inégale. Hier encore l'Amérique ne pouvait se passer de nos draps, de nos fontes, de nos fers ouvrés et de nos verres..... Demain peut-être sera-t-elle suffisamment outillée pour s'affranchir complètement vis-à-vis de notre industrie.

Depuis quelques années, surtout depuis l'exposition universelle de Philadelphie, les Américains du Nord font des efforts inouïs pour perfectionner leurs fabrications, notamment dans ces trois industries qui les rendent tributaires de l'Europe et qui, depuis un demi-siècle, ont si largement contribué à développer la richesse dans nos provinces. Chacun sait que nos verres et nos draps, nonobstant des droits d'entrée exorbitants de 80 et 90 pour cent, ont alimenté jusqu'ici pour une large part les marchés américains.

Il est à craindre qu'à brève échéance ces conditions ne se modifient subitement, au grand détriment de nos industries nationales. Alors que feront les États-Unis d'Amérique, si nous imposons les denrées alimentaires, qui constituent leurs principaux articles d'exportation, avec le coton et le tabac ?

(1) Voir le *Journal de la Société centrale d'agriculture* de Belgique, octobre 1885.

Les partisans de la protection répondent : Il ne s'agit point de prévoir des éventualités plus ou moins éloignées, mais de parer à un danger imminent, à une crise mortelle.

Nous produisons le blé à perte : son prix de revient s'élève de 25 à 27 francs les 100 kilos, et il se vend de 17 à 19 sur nos marchés.

En Amérique, on continue à produire du froment à 5 francs l'hectolitre, notamment dans le Manitoba et le Dakota (1).

« Si les droits de trois francs en France et de trois marks en Allemagne n'ont pas produit les résultats qu'en attendaient les agriculteurs, c'est qu'ils sont insuffisants, et que le produit n'en a pas été consacré au soulagement de l'agriculture. Aussi, en France comme en Allemagne, est-il sérieusement question de doubler les droits d'entrée et de consacrer intégralement le produit de ces droits à la création d'un fonds d'agriculture, destiné à venir en aide aux agriculteurs en vue d'arrêter la désertion toujours croissante des campagnes. »

Notre intention n'est pas de discuter et de trancher aujourd'hui un problème économique que nous avons débattu ailleurs (2). Nous voulons seulement essayer de nous rendre un compte exact des ressources que la science met au service de l'agriculture, convaincu que la science seule, en faisant passer une industrie de la phase empirique à la pratique éclairée et raisonnée, peut assurer d'une façon durable sa prospérité et ses progrès.

Il est un fait sur lequel nous avons appelé depuis longtemps l'attention des législateurs :

C'est que l'industrie agricole, considérée à bon droit comme la mère de toutes les autres, l'industrie qui seule régénère le sang et les forces des nations, est restée en

(1) *Économiste français*, rapport de M. A. de Fonpertuis.

(2) *La Crise agricole et l'avenir de l'agriculture*, Ramlot, rue Grétry, Bruxelles.

enfance, tandis que les industries qui en dérivent ont atteint rapidement l'âge de raison, en passant, comme le dit très bien Stuart Mill, de la phase inconsciente à la phase scientifique.

A quoi tient donc ce phénomène étrange?

Tout simplement à ce que le *travail* et le *capital* se sont portés vers ces industries nouvelles, qui permettaient de réaliser souvent en quelques années des bénéfices plus considérables qu'un bon agriculteur ne peut espérer en obtenir pendant une longue et laborieuse carrière.

Dans ces conditions, la grande erreur des législateurs belges et français fut de se laisser entraîner par le courant sans s'inquiéter de l'avenir, et de favoriser aveuglément les industries nouvelles qui transforment et qui transportent, au détriment de l'agriculture qui régénère et ne s'épuise point. Car l'une des plus fécondes conquêtes de la chimie agricole, pendant la première moitié du siècle, a été précisément la démonstration de cette grande vérité naturelle, encore niée par les partisans de la routine, à savoir que la culture, pratiquée avec intelligence, n'épuise point la terre, parce que le végétal emprunte à l'air la majeure partie de ses éléments; et qu'il suffit de restituer au sol quelques principes minéraux, à dose minime, pour lui permettre d'élaborer indéfiniment, dans ces usines que l'on appelle des plantes, les matériaux de l'atmosphère.

Depuis un demi-siècle, l'État, qui marchandait quelques millions à l'agriculture, a prodigué des milliards à l'industrie. A l'industrie, les écoles, les chemins de fer, les canaux, les tarifs de transport à prix réduit, le crédit, les primes à l'exportation, la protection sous toutes les formes. A l'agriculture rien ou presque rien (1). Quand les agro-

(1) Voir la conférence donnée par M. Léon t'Serstevens à la *Société scientifique de Bruxelles*, le 6 avril 1882. « Le fer battu et le blé, disait notamment l'orateur, ont la même valeur en Belgique : l'un et l'autre se vendent de 25 à 35 francs les 100 kilogrammes, année moyenne. Frappez les fers belges d'un droit de trois francs aux cent kilos, et exonérez de ce

nomes éclairés réclamaient de l'État, ou des provinces, des écoles professionnelles d'agriculture au chef-lieu d'arrondissement ou de canton, ou tout simplement l'enseignement sérieux de la chimie agricole à l'école normale, on nommait invariablement des commissions d'avocats pour leur répondre. Ces messieurs avaient une notion si vague des conquêtes réalisées par la science que, le plus souvent, ils concluaient sans sourciller à l'inutilité d'un enseignement dont les éléments leur étaient étrangers. Pour le plus grand nombre d'entre eux, l'agriculture était symbolisée par une bêche et un rateau, et la science de l'agriculteur devait se borner à la connaissance des assolements et à l'emploi judicieux du fumier de ferme.

Il suffit de relire les discussions de cette époque, qui ne remontent pas bien haut, pour être complètement édifié à cet égard. Il y a douze ans à peine, la *Société centrale d'agriculture de Belgique* étant revenue à la charge auprès des conseils provinciaux; le conseil provincial du Brabant, par l'organe d'un honorable avocat de Bruxelles, repoussa à l'unanimité la requête des agronomes belges. — Les conclusions de ce rapport sont absolument topiques.

Le rapporteur constate que l'enseignement des sciences naturelles est utile au paysan « comme celui des autres sciences, mais qu'on ne peut les enseigner toutes. » Il semble ne pas même se douter que la connaissance des lois naturelles est ce qui importe le plus à l'homme des champs, constamment aux prises avec des forces, qui l'oppriment ou qui le ruinent parce qu'il ne les comprend pas.

droit les fers provenant de l'étranger, vous verrez s'éteindre toutes vos forges. C'est cependant une opération de ce genre qu'on fait subir à l'agriculture pour fournir du pain à bon marché, comme si l'ouvrier n'était pas plus heureux quand il paie le pain un peu plus cher et que son travail est largement rémunéré. L'on dépense 50 millions en quatre ans pour améliorer les installations du port d'Anvers, tandis que l'on dépense à peine un million et demi pour améliorer les routes. Il n'y a aucun équilibre entre la situation faite par les impôts, les tarifs de chemins de fer et les travaux publics, aux agriculteurs et à leurs concurrents les industriels ou les importateurs. »

Voilà comment l'on en était arrivé à rayer complètement du programme de nos écoles normales l'enseignement de l'agriculture. Cette mesure monstrueuse, qui s'est perpétuée jusque dans ces dernières années, en dépit des progrès éclatants réalisés à l'étranger par l'application des sciences naturelles à l'agriculture, donne une juste idée de l'ignorance où l'on vivait en Belgique, dans le monde législatif, des besoins les plus pressants des classes rurales. Dans les pays de race latine, dit un célèbre agronome allemand, ce sont trop souvent les beaux parleurs, les journalistes et les tribuns qui forment l'opinion et qui entraînent les décisions des assemblées législatives, composées d'ailleurs, en majeure partie, de représentants dont l'éducation scientifique a été complètement sacrifiée à l'éducation littéraire et au culte de la forme. Pas n'est besoin de chercher ailleurs l'explication des fluctuations invraisemblables des parlements chez nos voisins du midi.

Quand on se place en Belgique au point de vue des intérêts de l'agriculture, il est permis de se demander, en présence des enseignements de l'histoire contemporaine, si nous sommes absolument à l'abri des critiques que nous prodiguons à nos voisins, et si de part et d'autre un peu plus de science et un peu moins de paroles ne conviendrait point.

Un grand mouvement s'est produit en Belgique, depuis quelques mois, sous l'impulsion d'hommes sincèrement dévoués aux intérêts méconnus de l'agriculture.

Mais si l'on veut que ce mouvement aboutisse, si l'on veut que l'agriculture sorte définitivement de la période empirique pour entrer dans la voie du progrès et prendre la science pour égide, il importe que les représentants des campagnes dans nos assemblées législatives soient autre chose que des orateurs ou des tribuns, et justifient de connaissances sérieuses en économie rurale.

Sinon, ne craignons pas de le dire, la direction de ce mou-

vement sera faussée dès le début, et ni la science, ni l'agriculture n'y trouveront leur compte. Les esprits superficiels s'imaginent trop aisément que l'on peut s'assimiler sans effort les principes de la science agronomique moderne, et que, pour défendre les intérêts des campagnes, il suffit de s'aboucher avec quelques spécialistes, afin de s'assimiler le fruit de leur labeur intellectuel.

Ces brillants parasites ne soupçonnent pas la complexité du problème dont ils cherchent à surprendre la solution pour éblouir les foules.

Comme le disait si bien François Bernard, l'agronome doit être à la fois géologue, botaniste, météorologiste, chimiste et physicien. Il doit être initié à la physiologie animale et végétale, en un mot il doit connaître à fond les agents naturels contre lesquels il lutte incessamment, et qui semblent jouer tour à tour un rôle prépondérant ou subordonné, suivant les saisons et les années.

Un exemple pour préciser notre pensée :

Il y a trois ou quatre ans, un cultivateur des environs de Namur, intéressé dans une fabrique de produits chimiques, s'avisa de répandre sur ses emblavures certains bas produits de la fabrication du gaz et de l'acide sulfurique, qui contenaient, avec de minimes quantités d'éléments fertilisants, des quantités très appréciables de cendres pyriteuses, de sulfures et même de cyanures, nuisibles aux végétaux.

Mais il arriva qu'en dépit des prédictions des savants de l'endroit et des indications de l'analyse chimique, ces engrais produisirent sur les céréales mises en expérience un résultat absolument imprévu. Tandis que les engrais complets d'un titre élevé et certain, contrôlés par les stations agricoles, ne produisaient qu'un effet relativement minime, l'engrais du cultivateur donna cette année-là des résultats merveilleux. L'hiver ayant été fort humide, les limaces, ces redoutables ennemis du cultivateur dans nos

pays bas, avaient ravagé cruellement les plus belles cultures avant la fin du printemps. Seules, les cultures traitées au poison avaient donné sérieusement, ce qui permit au négociant d'écouler, l'année suivante, d'une façon très lucrative, son étrange engrais chimique dans tous les villages des environs. Mais quand survint une année sèche, le charme fut rompu, et l'engrais chimique à bon marché fut battu par l'engrais chimique contrôlé et titré.

M. le chevalier de Moreau, aujourd'hui ministre de l'agriculture, me signala ce fait surprenant en 1882, en appelant mon attention sur les résultats obtenus en dépit des révélations accusatrices de l'analyse chimique.

Nul ne songea d'abord aux propriétés insecticides de cet engrais, pendant la série d'années humides qui contribua si largement au développement des limaces. Or, l'entomologie agricole nous enseigne que les cendres pyriteuses constituent par excellence le remède pour se débarrasser des limaces, qui résistent presque toujours au chaulage. Dernièrement encore, M. Pagnoul, directeur de la station agronomique du Pas-de-Calais, engageait les cultivateurs à essayer des résidus d'épuration du gaz d'éclairage, introduits dans le sol quelques mois avant de semer, pour détruire les insectes nuisibles à la betterave et au blé (1).

Nous verrons plus loin que des cas analogues, contradictoires à première vue, peuvent se présenter à chaque instant sous mille aspects différents au cultivateur et dérouter tous ses calculs, si ses connaissances se bornent aux principes de la restitution par exemple, ou à la science des assolements.

A chaque instant un nouveau facteur peut entrer en jeu dans l'équation agricole, et déjouer toutes les spéculations, si celles-ci reposent sur des connaissances incomplètes des forces naturelles, qui se manifestent par l'intermédiaire des organismes, c'est-à-dire des êtres vivants, aussi bien que par l'action directe des éléments.

(1) Société centrale d'agriculture du Pas-de-Calais. (Séance du 11 juillet.)

La science moderne tend à ramener de plus en plus les forces physiques et chimiques à des modes divers de mouvements des atomes ; et la physiologie prouve que les organismes, surtout les organismes inférieurs, dont l'existence est purement végétative, sont dominés dans leur évolution par les mêmes forces atomiques. S'il en est ainsi, la science peut très légitimement prétendre à soumettre à son empire, à prévoir et à dominer par le calcul, les phénomènes qui déroutent la pratique et l'intelligence du cultivateur. Mais cette science ne peut se borner à la connaissance des lois du monde inorganique.

L'homme des champs, contrairement à l'ingénieur et au mécanicien, entre directement en lutte avec la vie, et dès lors le problème se complique singulièrement. Ainsi que le font très judicieusement remarquer les philosophes anglais, l'équilibre de la vie est essentiellement instable, et les édifices chimiques élevés par l'organisme sont d'autant plus instables qu'ils sont plus élevés en organisation (1). La molécule organisée se démolit et se réédifie sans cesse ; c'est un flux et un reflux perpétuel ; la constance relative de la forme n'est qu'un voile trompeur qui dissimule à nos yeux le *perpétuel devenir* de la matière, le renouvellement incessant et prodigieux des atomes. Ainsi l'apparence chaotique des éléments minéraux à la surface du globe nous a caché longtemps les merveilles contenues dans son sein. Il a fallu le génie d'un Cuvier pour nous révéler la superposition des couches géologiques et exhumer à la lumière de la biologie ces feuillets, ensevelis depuis tant de siècles, où se trouve inscrite en caractères lumineux l'histoire de la création du monde et de l'évolution de la vie dans le temps et dans l'espace.

D'innombrables facteurs inaperçus entrent donc tour à tour en ligne dans la lutte aveugle et trop souvent désastreuse que le cultivateur livre à la nature vivante.

(1) *Revue des questions scientifiques*, janvier 1879, pp. 76 et suiv.

Des forces intercurrrentes nombreuses, essentiellement irrégulières dans leurs manisfestations, modifient à chaque instant la résultante des forces en conflit dans le sein de la terre, comme dans le sein des êtres, où elles luttent incessamment pour maintenir ou pour miner l'édifice de la vie.

La science de l'agriculteur doit viser surtout à maîtriser et à dominer trois éléments :

La *terre*, l'*eau* et l'*atmosphère*, qui lui apportent, tour à tour l'abondance ou la misère, la prospérité ou la ruine, sous forme de sécheresse, de pluie, de grêle, d'inondation, de vent, de chaleur, de froid, etc.

Le plus incoercible de ces éléments, pour nous servir du langage des anciens chimistes, l'atmosphère, est précisément celui qui fournit par excellence la matière et la force. C'est dans l'air, nous l'avons dit, que la plante puise plus des 9/10 de sa substance. C'est par l'intermédiaire de l'air que les vibrations lumineuses du soleil se communiquent à la plante et lui permettent d'emmagasiner la force cosmique qui se dégagera dans le règne animal sous forme de mouvement et de travail. L'énergie physique déployée par l'homme et les animaux n'est autre chose, chacun le sait, que le déploiement de la force solaire emmagasinée par le règne végétal, et c'est la même force, puisée aux mêmes sources, qui fait mouvoir nos machines à vapeur, nos chevaux et nos propres membres.

La somme d'énergie physique déployée par un homme ou par un cheval est rigoureusement proportionnelle à la quantité d'aliments qu'il assimile et qu'il brûle dans ses muscles.

Donc la force, comme la matière, vient du dehors, et c'est dans l'atmosphère que le végétal l'emprunte directement au soleil.

Ce milieu essentiellement mobile, soumis à des perturbations continuelles et dont les oscillations semblent à la

merci du hasard, obéit cependant à des lois aussi immuables et inflexibles que celles qui président à la marche des astres.

Il n'y a pas cinquante ans qu'un illustre savant, appartenant à l'Académie des sciences de Paris, riait de ceux qui prétendaient utiliser un jour les données de la météorologie, encore en enfance.

Il ne rirait plus aujourd'hui que des bureaux météorologiques couvrent les deux mondes et sont reliés entre eux par des fils électriques, qui traversent les déserts et les océans, et permettent à la pensée humaine de devancer dans leur marche les cyclones et les ouragans.

L'agriculteur ne se doute pas encore de la valeur des indications que peut fournir un bulletin de l'observatoire et un baromètre consulté avec discernement par un homme initié aux principes de la météorologie.

M. Marié-Davy, de l'observatoire météorologique de Montsouris près Paris, est arrivé à déterminer d'avance par les indications de l'*actinomètre*, qui enregistre les quantités de lumière et de chaleur absorbées par les céréales à l'époque de leur floraison, la qualité probable de la récolte. Ces indications sont déjà suffisamment précises pour permettre aux grands négociants en grains du nord de la France de baser leurs spéculations sur les chiffres de l'observatoire. De même, en hiver, les grands brasseurs strasbourgeois, comme M. Grüber, qui institue si libéralement chaque année des concours agricoles pour la sélection de l'orge, règlent leurs expéditions de bière à Paris sur les avis du bureau météorologique français, parce qu'il importe que la bière à fermentation basse ne voyage pas pendant les mauvais temps. — On le voit, la science de l'air a marché tout comme la science du sol. Elle a contribué à dissiper bien des préjugés, notamment le plus enraciné de tous dans nos campagnes, l'influence prépondérante de la lune sur le temps.

M. Faye, l'éminent astronome de Paris, a publié à ce

sujet un mémoire tout à fait concluant, où il montre que les observations précises des observatoires enregistrées depuis un siècle n'autorisent absolument pas à admettre l'influence prépondérante de cet astre sur les marées atmosphériques. Résultat concordant du reste rigoureusement avec les données de la physique ; car, l'action déformatrice de la lune sur la couche d'air qui emprisonne notre planète est à peu près nulle, et, comme la somme de chaleur qu'elle nous envoie constitue une quantité négligeable, il était permis d'affirmer *à priori* l'erreur d'une tradition qui plonge ses racines dans les préjugés astrologiques de l'antiquité (1).

L'analyse chimique de l'air nous montre qu'il est constitué essentiellement par le mélange de deux gaz: l'oxygène, principe actif, comburant, qui dévore tout ce qu'il touche, et l'azote, principe inerte, mélangé au premier pour atténuer son ardeur.

L'oxygène, chacun le sait, préside à la respiration, c'est-à-dire à la combustion lente des tissus vivants des plantes et des animaux, comme il préside à la combustion lente de leurs restes ou de leurs résidus, qu'il ramène au règne minéral. Ainsi la décomposition à l'air libre des plantes et des animaux détermine le retour à l'atmosphère de la majeure partie de leur substance. Ce phénomène avait déjà frappé les alchimistes. « *L'homme est une fumée qui retourne en fumée* », disait le célèbre Van Helmont, qui jeta les bases de la chimie agricole au XVIe siècle, en cherchant à déterminer par la balance les sources où les végétaux s'alimentent.

Mais il n'est pas indifférent au cultivateur que cette décomposition s'effectue dans un sens ou dans un autre. Suivant que l'air a plus ou moins accès dans la trame de

(1) Les récentes observations de M. Poincaré, constatant que la limite boréale des alisés se déplace avec la lune n'infirment guères les conclusions de M. Faye relativement à l'influence directe de la lune sur les variations locales du temps.

ces organismes, la déperdition des principes fertilisants dans l'atmosphère sera plus ou moins considérable, et la restitution au sol plus ou moins parfaite. Suivant que le fumier est plus ou moins tassé, et plus ou moins exposé à l'air ou à la pluie, sa composition en principes fertilisants peut varier du simple au double ou au triple. Les chimistes et les physiciens n'avaient vu jusqu'ici dans les diverses phases de ces phénomènes que l'intervention directe des éléments atmosphériques défaisant, par des voies différentes, la trame de la vie.

Les biologistes y ont vu autre chose. Depuis quelques années, l'on a découvert que le sol est rempli d'organismes vivants microscopiques, absolument comme l'atmosphère et l'eau, et que ce sont ces microbes qui procèdent par des voies différentes, déterminées surtout par la différence des milieux, à la démolition de l'édifice de la vie.

Il n'y a pas vingt ans que M. Pasteur défendait encore pied à pied contre les partisans de la génération spontanée la doctrine du *panspermisme*. Il démontrait par des expériences mémorables que l'air est rempli de germes microscopiques, qui pleuvent continuellement sur tous les objets, pénètrent dans tous les corps et déterminent les fermentations et les décompositions de toute nature ; qu'à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère la quantité de ces germes diminue, et qu'il suffit de stériliser une solution organique, c'est-à-dire de détruire ses germes et d'empêcher l'accès de l'air pour entraver la décomposition (1).

Cette révélation inattendue fut le point de départ de la découverte des agents qui déterminent la plupart des maladies contagieuses ou des épidémies, comme le choléra, la peste, la fièvre typhoïde, etc. Dès lors, le microbe fut à l'ordre du jour. On le chercha partout, et en dépit des prédictions et des sarcasmes des représentants de l'ancienne

(1) *Revue des questions scientifiques*, tome VI, p. 502.

école, on retrouva partout ce protée, d'autant plus redoutable qu'il nous échappe presque toujours par son extrême petitesse.

La science donnait raison au fabuliste quand il disait :

Parmi nos ennemis,
Les plus à craindre sont souvent les plus petits.

En examinant au microscope la structure des roches ou des terrains qui composent l'écorce du globe, les géologues ne tardèrent pas à découvrir que la plupart des terrains ont été formés par le concours ou constitués par les dépouilles des infiniment petits.

Huxley, le célèbre physiologiste anglais, a raconté d'une façon très pittoresque l'histoire d'un morceau de craie. Il a fait voir que la plupart des terrains calcaires que l'on retrouve dans les couches géologiques, et qui présentent quelquefois plusieurs centaines de mètres de profondeur, sont essentiellement formés, comme le sable et la craie se déposant encore aujourd'hui dans le fond des océans, par des carapaces de diatomées ou de foraminifères qui élaborent le sable et la chaux. Il en serait de même dans certains cas pour l'argile, s'il faut en croire les rapports des explorateurs anglais occupés depuis plusieurs années à sonder le fond de l'Atlantique et du Pacifique, et qui nous ont révélé l'existence de la vie, sous les formes les plus étranges, à des profondeurs de plusieurs milliers de mètres.

MM. Muntz et Schlœsing, de l'Institut agronomique de Paris, ont constaté que le phénomène de la nitrification, c'est-à-dire de l'oxydation et du retur au règne minéral des matières organiques azotées, est dû à un microbe. Ce microbe est paralysé par le froid ou par l'extrême chaleur, et les vapeurs de chloroforme et d'éther entravent son fonctionnement, tout comme elles endorment la sensibilité des êtres supérieurs. Le *Micrococcus nitrificans* se développe surtout dans l'humus, en présence des terres poreuses

et alcalines où l'oxygène a facilement accès ; ce qui explique l'action particulièrement fertilisante des eaux d'égout, appliquées sous forme d'irrigations dans les terres meubles calcaires et sablonneuses.

Ces irrigations constituent de véritables fabriques d'un engrais chimique dont la source est inépuisable, puisqu'elle s'alimente indéfiniment des résidus des cités, résidus qui se perdent aujourd'hui pour la plupart dans les rivières, ou qui empoisonnent l'atmosphère en favorisant le développement des germes des maladies contagieuses.

M. Muntz, d'accord avec plusieurs autres biologistes, estime qu'au point de vue de l'hygiène publique, ces irrigations bien conduites constituent l'un des plus sûrs moyens de détruire les germes nuisibles contenus dans les eaux d'égout. Dès qu'ils arrivent à la surface du sol, où ils sont refoulés par une pompe gigantesque qui aspire tout le contenu des collecteurs souterrains, ces résidus redoutables subissent immédiatement l'attaque des ferments oxydants et nitrifiants. Une lutte pour la vie des plus intenses s'engage entre ces microbes et ceux qui prospèrent dans le sol. L'on n'en retrouve plus de trace lorsque l'eau qui leur sert de véhicule a traversé trois ou quatre mètres de terre. L'eau sortant des drains des champs d'irrigation de Gennevilliers est absolument limpide, et ne contient plus guère que des nitrates, produits ultimes de la combustion des matières organiques azotées et témoins irrécusables du triomphe des ferments du sol sur les ferments de l'eau d'égout. Les observations du laboratoire de Montsouris établissent que les eaux d'égout contiennent souvent plus de 60 mille microbes par centimètre cube, tandis que l'eau des drains n'en contient guère, ou n'en contient plus. Il est cependant à remarquer qu'un liquide riche en nitrate, comme l'eau sortant des drains, constitue un milieu très favorable à la nutrition des microbes, comme l'a démontré M. Pasteur en cultivant des levures dans des solutions minérales de même nature.

D'après Franckland, le chimiste qui s'est le plus occupé de l'étude des eaux d'égout de la ville de Londres, il suffit de doser l'acide nitrique contenu dans une rivière à quelques lieues en aval de la cité pour apprécier exactement le degré de pollution d'origine animale. De même, le dosage de l'acide carbonique donne la mesure de la pollution d'origine végétale.

Des expériences exactes prouvent que le pouvoir absorbant d'un sol sablonneux pour les sols fertilisants est doublé au bout de trois ans d'irrigation aux eaux d'égout, à cause de la constitution d'une couche d'humus ; ce qui n'arriverait point si l'on se bornait à irriguer avec une eau d'égout filtrée et décantée. J'ai pu m'assurer, pendant mon dernier voyage à Paris, que le système de l'irrigation sans décantation préalable l'emporte sur toute la ligne, et que l'expérience tentée à Gennevilliers est tout à fait concluante. Les cultures aux eaux d'égout instituées cette année par M. Gillekens à Haeren confirment absolument les données de la commission nommée à Paris pour l'étude des meilleurs procédés de culture au moyen de ces eaux. Si les premiers essais, tentés par les ingénieurs de la ville de Bruxelles, n'ont pas donné de meilleurs résultats, c'est qu'on n'avait pas tenu compte de la nécessité de combiner le drainage avec les labours fréquents.

Le collecteur de la ville de Bruxelles porte annuellement à l'égout 28 580 000 kilos de matières fertilisantes évaluées à 1 425 000 francs.

Si l'on fait la somme des produits des autres villes de la Belgique dont les principes fertilisants sont également perdus pour l'agriculture, on arrive à un chiffre de millions fort imposant, qui constituerait à lui seul un revenu annuel et permanent plus considérable pour l'agriculture que le produit éventuel d'un impôt sur le bétail.

On a souvent opposé au système de l'utilisation complète des vidanges, au système du *tout à l'égout*, les réclamations des Parisiens, qui prétendent que l'irrigation à ciel

ouvert produit, tout au moins à certains moments de l'année, une infection fort désagréable, si elle n'est point préjudiciable à la santé publique.

M. Durand-Claye établit qu'il n'en est rien. Il a prouvé que l'odeur dont les Parisiens se plaignent est causée par les innombrables dépotoirs de la compagnie Richer qui entourent la ville, dépotoirs qui disparaîtraient par le fait même de l'adoption du système du *tout à l'égout*. Il a produit des attestations nombreuses des habitants de Gennevilliers, qui ne sont nullement incommodés par les inconvénients dont se plaignent les Parisiens. Les 100 litres d'eau représentant la consommation par habitant à Paris constituent un cube suffisant pour enlever les vidanges.

Des expériences précises ont démontré que dans ces conditions de dilution ces matières, même fermentées, ne dégagent plus aucune odeur sur leur trajet. En attendant la canalisation complète, le système des fosses fixes continue à produire ses effets désastreux, dans certains quartiers, au point de vue de l'hygiène publique.

C'est ce qu'atteste éloquemment la statistique médicale comparée de Bruxelles et de Paris. Tandis que, dans la capitale de la France, le typhus et la variole sévissent avec plus d'intensité que jamais, ces maladies ont singulièrement diminué en nombre et en intensité dans la capitale de la Belgique, depuis qu'elle a adopté le système du tout à l'égout.

Il est absolument faux que l'état sanitaire de la contrée laisse à désirer. Depuis dix ans la population de Gennevilliers s'est accrue considérablement, et les terrains ont quintuplé de valeur en s'élevant de 80 à 400 ou 500 francs l'hectare en location. Les rendements bruts ont produit de trois à quatre mille francs l'hectare.

M. Kennis a communiqué dernièrement à la Société centrale d'agriculture le diagramme de la progression des surfaces irriguées au moyen des eaux d'égout de la plaine

de Gennevilliers, de 1870 à 1885, et celui de la progression des loyers enregistrés de 1845 à 1885.

Il résulte de ces données que les bienfaits de l'irrigation se sont traduits par une augmentation de loyer de 400 francs à l'hectare, donnant pour la plaine une augmentation de revenu annuel de 240 000 francs.

L'irrigation, qui a coûté à la ville de Paris 3 000 000 de francs, a produit, au bénéfice des propriétaires du sol, une valeur de 4 800 000 francs.

On peut aisément mesurer le pouvoir épurateur d'un sol pour les eaux d'égout ou le purin.

M. l'ingénieur Kennis, qui sollicite de la ville de Blankenberghe l'entreprise du système du tout à l'égout, a répété l'an dernier, sur mes conseils, les expériences de Franckland, signalées dans mon traité de chimie agricole.

On a tassé dans une caisse un mètre cube d'une terre du village d'Uytkerke, de manière à obtenir la même superposition de couches que dans le sol. Tous les jours on a versé 36 litres de liquide contenant 33 pour cent de matières fécales, tandis que les eaux d'égout en renferment au plus 5 pour cent. Au bout de 15 jours, le liquide suintait au travers des ouvertures pratiquées dans le fond de la caisse, et donnait une eau claire comme du cristal. Pas la moindre odeur, même par les chaudes journées de la fin de l'été. Cette expérience ayant été répétée devant le conseil communal du village, ce dernier a publié dans la presse locale une attestation officielle des résultats obtenus.

Les environs de la ville de Blankenberghe se prêtent admirablement aux expériences comparatives d'irrigation par le *sewage*, parce que l'on trouve côte à côte des terrains sablonneux formés de sable des dunes, des terrains d'alluvion également perméables, et des argiles fortes du nord de Bruges, absolument imperméables.

J'ai commencé sur ces derniers sols des expériences d'amendements dont les résultats concordent absolument avec ceux que M. Tisserand a obtenus en France.

L'addition de fortes quantités de chaux vive, à la dose de plusieurs milliers de kilogrammes par hectare, permet de cultiver dans ce sol les plantes racines qu'on ne peut en extraire à l'automne dans les terres du nord de Bruges, et favorise singulièrement la circulation et l'assimilation par les plantes des éléments fertilisants immobilisés par l'argile. Ailleurs, dans le sable, l'addition de la chaux, sous forme de tangue par exemple, favorise singulièrement la nitrification, et par conséquent l'absorption et l'assimilation des matières azotées insolubles de l'eau d'égout, conformément aux données expérimentales de Boussingault (1).

D'après les expériences de Montsouris, une forte proportion de l'azote ammoniacal des eaux d'égout se perd dans l'air sous forme de carbonate d'ammoniaque; mais les champs cultivés reprennent à l'air une partie de cet azote assimilable; quant à la potasse et à l'acide phosphorique, ils sont retenus par le sol, on n'en retrouve que de faibles traces dans les eaux de drainage (2).

Qu'on nous pardonne d'insister si longuement sur une question qui passionne depuis plusieurs annnées le monde savant de la capitale de la France, et qui peut être considérée aujourd'hui comme résolue, au grand bénéfice de

(1) Voir notre Traité pratique de chimie agricole, 1re éd. Palmé-Albanel.

(2) MM. Marié Davy se sont livrés dernièrement à un calcul des plus intéressants sur la restitution par les eaux d'égout dans la culture intensive avec assolement de 6 ans. (Betterave, blé, trèfle de deux ans, blé et avoine).

Cet assolement enlevant en moyenne 270 kilogr. d'azote, 60 kilogr. d'acide phosphorique et 210 kilogr. de potasse, ces quantités correspondraient respectivement à un volume de 10 500 m. c. d'eau d'égout pour l'azote, de 5980 pour l'acide phosphorique et de 11 000 m. c. pour la potasse. Ce dernier chiffre représente donc à peu près le volume annuel nécessaire par hectare et par an. Il faut redouter l'excès d'alcali, parce qu'il mobilise les phosphates dans le sol et les fait disparaître trop rapidement. Les déjections solides et liquides de la population de Paris (2 500 000 habitants) renferment par année moyenne 1 471 240 kilogr. de potasse et 348 910 d'acide phosphorique. On ne peut comparer le prix de revient de ces engrais, transportés par l'eau à des frais si minimes, au prix des mêmes engrais achetés sur le marché.

l'agriculture, dans tous les pays où l'initiative des communes et du gouvernement favorise l'essor de l'initiative privée. L'idéal à poursuivre, au point de vue de la science agricole, est de fermer le cycle de la circulation de la vie, que nos ancêtres avaient laissé ouvert parce qu'ils ignoraient les éléments des lois naturelles. Cette ignorance seule fut la cause de l'épuisement successif de tous les sols où germèrent et s'épuisèrent les civilisations antiques.

Quand le sol s'épuise, la race qui le peuple doit nécessairement émigrer, faire la guerre ou succomber dans la lutte pour l'existence entre les nations, quels que soient d'ailleurs son degré de civilisation et sa culture artistique ou littéraire. Ce fut le cas tour à tour pour les grandes cités de l'Orient et de l'Afrique, dont la science moderne reconstitue péniblement l'histoire. Ce fut le cas pour la Palestine et pour Carthage, aujourd'hui perdue dans le désert. La philosophie de l'histoire s'éclaire et se transforme à la lumière de ces données positives, dédaignées par les historiens spéculatifs du passé.

La comptabilité agricole moderne doit reposer tout entière sur cette science des atomes qui entrent et qui sortent de la ferme sous forme d'engrais, de récolte, de viande, de laitage, etc. L'exploitation agricole qui ne fonde pas résolument aujourd'hui ses calculs sur ces données sera fatalement constituée en perte au bout d'un nombre d'années déterminé, parce que le fumier seul ou même l'engrais chimique employé sans discernement ne peuvent restituer au sol ce que les récoltes lui enlèvent périodiquement, surtout depuis que la culture intensive tend à se substituer de plus en plus à la culture extensive d'autrefois.

Nous ne craignons pas de le dire, à l'heure qu'il est, la plupart de nos fermes, même les plus florissantes en apparence, en sont encore aux tâtonnements ruineux qui précèdent la réforme définitive. Beaucoup d'exploitations rurales peuvent encore aujourd'hui être comparées à des

tonneaux des Danaïdes que l'agriculteur s'épuise à remplir sans cesse. La culture intensive, qui a supprimé la jachère, qui double et qui triple les rendements, qui vise aux récoltes dérobées, qui tourne et retourne sans cesse le sol ingrat, dévore littéralement le capital engrais accumulé depuis des siècles dans nos terres plantureuses. Des centaines, des milliers de kilogrammes de principes fertilisants par hectare sont enlevés ainsi par les fermiers au terme de leurs baux. Les plus intelligents, les plus honnêtes restituent, il est vrai, une partie de ces richesses à la terre sous forme d'engrais commerciaux. Mais, le plus souvent, ils ignorent ce que la terre exige après avoir porté une série de récoltes dont chacune présente des exigences différentes. Ils sont forcés de s'en rapporter aveuglément aux conseils des fabricants, qui les tenaient tout à fait à leur merci, avant l'établissement des stations agricoles en Belgique.

Combien de fois des agriculteurs, désireux de s'élever au niveau du progrès, ont-ils été complètement découragés par la mauvaise foi des industriels, qui mélangeaient, par exemple, de la terre ocreuse de Campine au guano, ou qui leur livraient du plâtre ou du calcaire moulu pour des phosphates.

Le progrès n'est devenu possible dans cette voie que du jour où les bureaux de contrôle des stations agricoles fonctionnèrent régulièrement. Je tiens à le rappeler ici, c'est à l'initiative et la persévérance d'un de nos membres, M. Léon t'Serstevens, que l'agriculture est redevable de cet inestimable bienfait dont le ministère de M. Kervyn a doté la Belgique.

Mais les stations agricoles ne rendront véritablement tous les services qu'on est en droit d'attendre d'elles que le jour où les agriculteurs belges seront assez instruits pour appliquer en connaissance de cause les lois de la restitution. Et cette connaissance n'implique pas seulement une application sérieuse de la doctrine des engrais

chimiques, mais le traitement et l'emploi judicieux de toutes les matières fertilisantes, à commencer par le fumier et le purin pour finir par les nombreux déchets de l'industrie.

Combien de fermes, dans plusieurs de nos provinces, où le purin s'écoule encore dans le ruisseau au lieu d'être recueilli dans des citernes ou ramené sur le fumier? Combien de fermes où le fumier est traité de façon à ce qu'il ne soit incorporé au sol qu'après avoir perdu la moitié ou les trois quarts de ses vertus fertilisantes? Combien d'éleveurs songent à engraisser leurs prairies pour engraisser leur bétail? Combien de cultures où les prairies naturelles ou artificielles meurent de soif, à côté de canaux et de rivières dont un simple bélier hydraulique permettrait d'utiliser les eaux (1)? Combien de cultivateurs sont fermement persuadés de la réalité, de l'existence d'une science agricole? Combien se doutent que le fumier seul est un engrais incomplet, dont l'emploi exclusif doit nécessairement conduire à la banqueroute une culture intensive?

Il ne s'agit là cependant que de vérités absolument élémentaires et générales.

Qu'est-ce donc, lorsqu'on aborde les questions spéciales, et qu'on interroge la plupart des fermiers sur les principes de la restitution minérale ou organique, sur le mode d'emploi le plus avantageux de l'azote et de l'acide phosphorique par exemple, sur leur action respective dans telle et telle culture déterminée, sur l'action du colmatage, des irrigations, du drainage, etc.? Ces questions capitales leur sont absolument étrangères dans la plupart des cas. Les plus avancés s'en rapportent presque toujours au fabricant d'engrais qui, lui, a résolu depuis longtemps à son profit le problème du crédit agricole, en livrant des engrais dont il ne touchera le prix qu'après la récolte. Le plus clair du bénéfice réalisé de la sorte passe, dans la caisse

(1) Voir *Revue des questions scientifiques*, octobre 1889, p. 656.

du fabricant, quand il devrait passer dans la poche du fermier, comme le bénéfice de la vente de la viande passe dans la poche du boucher au lieu d'entrer dans la caisse de l'éleveur.

De part et d'autre, ce sont les intermédiaires qui drainent les bénéfices, qui sont réels et, malgré la crise, beaucoup plus considérables qu'on ne se l'imagine. Instruisez le fermier, supprimez les intermédiaires, et l'industrie agricole pourra se passer de protection.

L'on objectera que ce sont là des billets à longue échéance. Je réponds hardiment qu'il dépend de notre initiative et du bon vouloir du gouvernement et des communes d'en rapprocher le terme.

La suppression des intermédiaires dépend surtout de la création des sociétés coopératives et de la générosité des communes. Il appartient surtout aux propriétaires de hâter cette création, commencée du reste dans la province de Liège.

Quant à l'instruction agricole, elle s'organise partout grâce à l'initiative du gouvernement. Ce qui manque, c'est la cohérence, c'est l'engrenage, c'est l'enseignement aux trois degrés, l'enseignement à la commune, ou au chef-lieu de canton ou d'arrondissement. Les Français l'ont bien compris. La circulaire de M. Gomot est catégorique à ce sujet.

Rien n'a été fait jusqu'ici pour l'école primaire. A notre avis, c'est une erreur.

Nous croyons avec M. Tisserand, directeur général de l'agriculture en France, que nous avons longuement interrogé à ce propos, qu'autant il est dangereux de répandre les champs d'expérience proprement dits, dont on ne peut prévoir d'avance le résultat, autant il importe de vulgariser partout le *champ de démonstration*, qui vise à enseigner au paysan d'une façon intuitive, *par les yeux*, les principes de la loi de la restitution, sur laquelle repose

toute la chimie agricole, l'analyse du sol par la plante, l'action des engrais complets et incomplets.

Pénétrés de cette idée, nous avons, dès 1875, créé différents champs d'expériences qui nous ont toujours donné les mêmes bons résultats.

En 1879, nous avons entrepris avec MM. G. Ville, Pouyer et Marchand, de Fécamp, une campagne qui a donné d'emblée, la première année, les résultats les plus brillants et les plus instructifs. 69 écoles primaires officielles établirent des champs de démonstration sous la direction de la Société centrale d'agriculture de la Seine-Inférieure, et l'analyse du sol par la plante permit à certains instituteurs, peu ou point versés dans la science agricole, d'obtenir des résultats considérables.

Ainsi plusieurs d'entre eux constatèrent qu'il était possible de réaliser une économie de plus de deux cents francs par hectare sur l'engrais complet, livré par les fabricants dans leur commune ; d'autres, en mélangeant une dose minime d'engrais chimique au fumier, obtinrent des rendements beaucoup plus considérables que les fermiers des environs avec l'engrais chimique seul.

La coupe géologique de la Normandie tout entière est d'une uniformité remarquable ; le sous-sol est formé de grès vert (1) sur lequel repose la craie à différentes épaisseurs ; au-dessus de la craie se trouve une argile mélangée de silex, qui affleure en certains endroits ou est recouverte ailleurs de terrains d'alluvion. Dans ces conditions, les instituteurs avaient affaire à des terrains présentant des exigences souvent fort diverses. Partout l'analyse du sol par l'engrais donna les indications les plus nettes.

Depuis lors, nous n'avons cessé de poursuivre une campagne qui vient enfin de recevoir une consécration officielle en Belgique comme en France.

(1) C'est dans ce grès vert, dont les assises sont très développées dans les Ardennes françaises, que l'on trouve abondamment les phosphates fossiles assimilables de M. Grandeau.

Depuis deux ans, nous avons institué au jardin botanique de Louvain des séries de cultures en pots dans les différents sables stériles de la province, pour mettre à la portée des instituteurs ruraux la démonstration expérimentale de la doctrine des engrais chimiques.

Cette démonstration avait été faite à grands frais par Georges Ville dans les serres du Muséum. Nous avons tenté de la reproduire en simplifiant les formules, en soumettant les plantes aux vicissitudes de la saison, et en luttant contre les intempéries par des doses graduées de sels minéraux dissous. Les résultats de cette expérience ont dépassé notre attente.

Tandis que les céréales versaient à la fin du mois de mai dans les terres fortes des environs de Louvain sous l'influence des pluies prolongées, les nôtres tenaient bon, même dans le sable lavé, complètement dépouillé de matières organiques et de principes solubles. Il nous a suffi de les arroser avec une solution de nitrate de potasse et de superphosphate de chaux pour obtenir ce résultat. Et le mélange de ces deux sels, *dans les mêmes proportions*, a suffi pour favoriser la croissance et la maturation de toutes les plantes mises en expérience, y compris les légumineuses, comme les pois (1).

M. G. Ville affirme que l'action des sels d'azote sur les plantes de cette famille est nulle ou nuisible (2). Nos expériences ont démontré le contraire, du moins en ce qui concerne le nitrate de potasse, qui exerce une action fertilisante aussi remarquable sur les pois que sur les céréales.

On le voit, il est facile d'instituer dans les écoles des séries d'expériences d'une haute portée pratique à peu de frais. L'instituteur qui les dirige ne doit pas être un savant ; il suffit de lui donner des instructions précises, de

(1) Voir la *Revue des questions scientifiques*, 1885, 4e livraison, p. 650.

(2) Les Engrais chimiques, le fumier et le bétail, 1874-1875, par G. Ville, page 153.

contrôler les résultats et de lui fournir des semences et des engrais d'un titre éprouvé.

Certains journalistes, absolument étrangers à ces questions, ont cru voir dans la création des champs d'expérience une réédition des tentatives avortées de l'agriculture empirique. Ils se trompent. L'analyse du sol par la plante ou par l'engrais n'est point du *vieux-neuf*; c'est au contraire une innovation complète, dont les chimistes et les biologistes seuls peuvent apprécier toute la valeur. Il faut être chimiste, en effet, pour s'assurer que le témoignage de l'analyse ne suffit pas lorsqu'on veut s'édifier sur la question des éléments qui manquent au sol, et le mettre à même de fournir les récoltes maxima auxquelles vise la culture intensive. Il faut être biologiste pour tirer d'un champ d'expérience toutes les indications que donne la plante, souvent de la façon la plus nette, à ceux qui savent l'interroger.

C'est dans ces conditions seulement que le champ d'expérience acquiert sa véritable portée économique et scientifique, et peut contribuer pour une large part à la diffusion de l'enseignement agricole.

Grâce aux champs d'expérience, M. G. Ville a réussi à définir plus nettement que ses prédécesseurs la notion des *dominantes* de chaque culture et le principe des *forces collectives*, en vertu duquel un élément fertilisant n'agit que pour autant qu'il est associé en proportion convenable aux autres termes de l'engrais. Liebig lui-même n'avait pas compris d'abord toute la valeur des enseignements qui peuvent ressortir de l'emploi judicieux des engrais analyseurs, complets et incomplets, mélangés ou non avec l'engrais de ferme. Nous avons insisté ailleurs sur ce côté historique de la question, qui n'est pas le moins intéressant (1).

M. Tisserand, le directeur général du département de

(1) Manuel de chimie agricole, 1884, édit. Peeters, Louvain, ch. III, page 116.

l'agriculture de France, partage absolument notre manière de voir à cet égard. Il distingue les champs d'expérience des champs de démonstration, qui servent à démontrer des vérités scientifiques bien établies, telles que les lois de la restitution, l'action des engrais complets et imcomplets et des dominantes sur les diverses récoltes.

Il estime qu'il importe autant de donner une grande extension à ces derniers, qu'il est dangereux de répandre les premiers. En effet, le champ d'expérience proprement dit, exige une surveillance continuelle et ses résultats ne répondent pas toujours aux espérances. Pour établir et diriger convenablement un champ d'expérience, il faut des hommes spéciaux, initiés non seulement aux principes de la chimie et de la physique, mais aux lois de la végétation, c'est-à-dire à la botanique, à l'anatomie et à la physiologie végétale.

Cette opinion est aussi celle de MM. Muntz et Dehérain. Ce dernier a appelé, comme nous, l'attention des directeurs sur les parasites de tout genre, qui égarent à chaque instant l'expérimentateur dans ses généralisations, lorsqu'il cherche à tirer des conclusions de ses observations. La science de l'entomologie, de la zoologie et de la botanique agricole est donc également indispensable aux directeurs des champs d'expérience et aux surveillants des champs de démonstration (1).

M. Grandeau partage la manière de voir de M. Tisserand, relativement à l'établissement des champs d'expérience.

Il appelle l'attention sur la dernière circulaire de M. Tisserand, signée Gomot, qui détermine parfaitement, à son avis, la manière d'établir les rapports de l'État avec les particuliers.

« Le champ d'expérience proprement dit ou champ de recherche, ajoute M. Grandeau, a sa place marquée dans

(1) J'insiste depuis plusieurs années sur ce point, dont on oublie trop souvent de tenir compte.

les terrains annexés aux stations agronomiques, aux écoles d'agriculture, et suivant nous dans les exploitations privées dont les propriétaires ou les tenanciers ont un savoir et une compétence suffisants pour expérimenter dans le sens strict du mot, c'est-à-dire pour déterminer la nature et la quantité des substances fertilisantes, la variété des semences ou des plantes, les modes de culture, etc..., qui, suivant la nature des sols, fournissent, toutes choses égales, les plus hauts rendements et les plus grands profits.

» Les champs de démonstration seront dans chaque région établis d'après les indications des champs d'expérience. Ils sont destinés à mettre sous les yeux des cultivateurs des résultats décisifs, incontestables. » La conclusion de ces savants, c'est qu'il est dangereux d'instituer, comme on l'a fait en Belgique, des champs de démonstration ou d'expérience sans connaître suffisamment les exigences du sol de la région et des espèces de plantes mises en culture. Dans ces conditions, conclut M. Grandeau, on s'expose à obtenir des résultats diamétralement opposés à ceux que l'on vise.

M. Grandeau préconise aussi, comme nous le faisons depuis longtemps, l'achat des matières premières par les cultivateurs, notamment des phosphates fossiles, qui livrent l'acide phosphorique au sol à très bas prix.

On croyait jusqu'ici que le phosphate devait être préalablement traité par un acide pour être rendu soluble et assimilable. Or, selon M. Grandeau, l'expérience prouve qu'il n'en est rien, et que les agriculteurs paient, depuis des années, l'acide phosphorique trois fois trop cher. Les engrais ne circulent pas dans la terre à l'état de dissolution; c'est le contact immédiat des radicelles avec les particules solides de la terre qui détermine l'absorption des éléments fertilisants. L'essentiel serait donc d'assurer la dissémination physique de l'engrais, par une pulvérisa-

tion parfaite et des labours ou hersages multipliés. Tandis que le prix de l'unité d'acide phosphorique revient à 70 centimes dans les superphosphates, il revient seulement à 30 centimes dans les phosphates fossiles, soit 6 fr. les 100 kilos. A raison de 500 kilos, on introduit donc dans le sol 100 kilos d'acide phosphorique au prix de 30 fr. M. Grandeau a constaté que cette dose suffit pour élever parfois le rendement de 10 quintaux par hectare, c'est-à-dire, pour diminuer de plus d'un quart le prix de revient de l'hectolitre.

Ces données présentent le plus haut intérêt pour l'industrie agricole belge depuis la découverte des gisements de phosphates fossiles ou de craie phosphatée dans les terrains secondaires du Limbourg, de la province de Liège et du Hainaut. La craie phosphatée de Ciply, notamment, titre de 22 à 27 p. c. de phosphate tribasique et pourrait se vendre, si nos informations sont exactes, à 10 francs la tonne. L'utilisation de l'acide phosphorique des scories de nos hauts fourneaux paraît également appelée à jouer un rôle important en agriculture. D'après les bulletins de la station agricole de Gembloux, on obtient ces phosphates par la précipitation, au moyen d'un lait de chaux, d'une dissolution chlorhydrique des scories de déphosphoration des fabriques d'acier : on les offre également à l'état brut, finement broyés et complètement oxydés par le grillage, sous le nom de phosphates basiques assimilables titrant de 17 à 20 p. c. M. Grandeau vient d'appeler, à ce propos, l'attention des agronomes sur une brochure parue à Berlin, et traitant de l'utilisation des scories de l'acier en Allemagne (1). La production annuelle des scories Thomas Gilchrist, en Allemagne, s'élèverait au minimum à 20 000 tonnes métriques, d'une teneur moyenne de 17, 5 p. c.

(1) Die Entphosphorung des Eisens durch den Thomas-Gilchrist Prozess und ihre Bedeutung für die Landwirthschaft, von D. Fleischer, dirigent der kœnig. preussischen Moor. Versuchs Station zu Bremen. In-8° Parey. Berlin, 1886.

d'acide phosphorique, soit 3500 tonnes d'acide phosphorique pur, correspondant à une fumure de plus de 17 000 hectares à raison de 200 kilogr. par hectare. M. Grandeau constate que ces scories se désagrègent à l'air avec une rapidité variable suivant les quantités de chaux introduites dans la fonte pour la déphosphorer. Il affirme que dans les terrains acides, tourbeux, ou seulement riches en humus, comme les prairies, les matières organiques du sol se chargeront, en peu de temps, de la désagrégation de la poudre grossière des scories. Dans les sols sablonneux, pauvres en argile et en chaux, où cette substance apportera à la fois de la chaux en abondance et de l'acide phosphorique, la porosité du sol, sa perméabilité à l'air et à l'eau rempliront aussi promptement le rôle désagrégeant des matières organiques.

Les idées de M. Grandeau, sur l'assimilation des phosphates minéraux sont partagées aujourd'hui par un grand nombre de savants. Cependant il importe de se tenir en garde contre des conclusions hâtives, peut-être trop absolues ; certains chimistes ou agronomes comme M. Albert Roussile, ancien professeur à l'école de Grand-Jouan, affirme que dans les terres de la Beauce, entre autres, le phosphate insoluble est sans action (1).

En tous cas, les matières premières à base d'azote et de potasse ayant également baissé de prix dans ces derniers temps (2), les ingénieurs agricoles de l'État pourraient

(1) Voir le *Journal d'agriculture pratique* publié par M. Lecouteux, février 1886, p. 877. L'auteur, M. W. Roberts, affirme également que des expériences instituées dans le nord de la France ont montré que l'acide phosphorique soluble dans l'eau empêchait la verse des blés, tandis que l'acide phosphorique insoluble était sans action. Ailleurs, dans les Landes, le phosphate moulu des Ardennes a donné sur défrichement une récolte de 1500 kilogr. seulement (blé et paille), tandis que le phosphate soluble, employé à dose moindre, a donné 4620 kilogrammes.

(2) Le sulfate d'ammoniaque, qui se vendait jadis à 50 ou 60 francs, est tombé à 28 francs ; il contient 20 p.c. d'azote quand il est pur. L'an dernier, le nitrate de soude était tombé à 22 francs et le nitrate de potasse, qui contient 14 p. c. d'azote et 46 de potasse, à 46 francs.

rendre d'immenses services aux cultivateurs, en leur indiquant les sources des matières premières et la manière d'opérer leur mélange sans passer par l'intermédiaire des commerçants. Les agriculteurs réaliseraient ainsi des bénéfices considérables, comme M. le comte E. du Val de Beaulieu l'a rigoureusement démontré dans *le Journal de la Société centrale d'agriculture*, en 1884, par la comparaison des prix des engrais complets et des matières premières entrant dans leur composition.

Quand les engrais chimiques sont pulvérulents, rien n'est plus facile que d'opérer leur mélange avec du plâtre et de la terre. M. G. Ville a donné à ce sujet des instructions sommaires dont tous les cultivateurs peuvent faire leur profit. Nous connaissons pour notre part bon nombre de fermiers qui, depuis plusieurs années, font leurs mélanges eux-mêmes et s'en trouvent bien. Des industriels font mystère de certaines formules pour cultures spéciales qui, à les en croire, feraient merveille. Nous avons constaté le plus souvent que ces merveilles sont faciles à reproduire en suivant tout simplement dans les mélanges les formules de M. G. Ville, plus ou moins adaptées aux exigences du sol et à la nature particulière des matières premières dont dispose le cultivateur, lequel doit se préoccuper avant tout d'utiliser les éléments fertilisants qui se présentent à lui dans les conditions les plus économiques.

L'addition par couches alternantes des phosphates finement pulvérisés au fumier favorise singulièrement leur assimilation, empêche la déperdition de l'azote ammoniacal et apporte précisément au fumier l'élément qui lui fait le plus souvent défaut.

Aussi ce procédé, si simple et si peu coûteux, a-t-il réalisé déjà de véritables miracles en agriculture.

En Bretagne, terre granitique où la potasse domine tandis que les phosphates font défaut, l'addition de phosphate au fumier a fait mentir l'ancien proverbe : *Lande tu es, lande tu resteras*. De plantureux herbages et de

belles cultures se déroulent aujourd'hui, sous les yeux ébahis des cultivateurs bretons, dont l'entêtement proverbial ne le cède en rien à celui des flamands, là où il y a 20 ou 30 ans ne végétaient que les ajoncs et la bruyère. Il en est de même en Sologne, où MM. Goffart et Lecouteux ont introduit également la précieuse méthode de l'ensilage des fourrages verts et du maïs, point de départ d'une véritable révolution dans l'économie rurale de ce pays.

Le mélange des phosphates fossiles avec les sels de potasse a permis dans certaines régions désolées de conquérir les sols les plus arides à la culture sans recourir au fumier de ferme.

Nous avons signalé déjà les cultures de M. Schultz, dans l'Altmark, fondées sur les propriétés améliorantes de certaines plantes légumineuses comme le lupin. Au bout de dix ou quinze ans, l'analyse a démontré la fixation d'une quantité d'azote très appréciable dans un sol qui en était complètement dépourvu. Ce résultat confirme la théorie de la sidération de M. G. Ville.

Remarquons à ce propos que M. G. Ville ne se borne pas à affirmer les propriétés améliorantes des prairies artificielles, comme les tréflières et les luzernières, mais qu'il admet également l'enrichissement du sol en azote par les prairies naturelles.

M. Dehérain s'est attaché à démontrer dans ces dernières années que les prairies naturelles sont améliorantes au même titre que les autres, et que, si les terres d'Italie, de Sicile, d'Afrique ou d'Asie ont été épuisées par les cultures de céréales, c'est qu'on ignorait alors l'utilité de la prairie temporaire. Dans les terres légères, où l'on ne peut conduire de fumier, l'enfouissement des récoltes en vert donne également de fort beaux résultats ; c'est par ce procédé que l'illustre agronome Taër a fertilisé les sables de sa ferme des Mogelins. Dans les terres fortes, le maniement des en-

grais chimiques exige également des connaissances sérieuses de la physique et de la biologie du sol. L'argile se gorge facilement de principes fertilisants et ne les restitue aux plantes qu'avec la plus grande lenteur.

Ces terres exigent donc des quantités d'engrais beaucoup plus considérables que les terres d'alluvion et les sols calcaires ou sablonneux. C'est dans l'argile surtout que l'on peut dire avec les Anglais : La dernière guinée fait seule le profit.

S'il faut en croire les récentes communications de M. Berthelot à l'Académie des sciences, l'argile jouirait de la propriété de fixer l'azote atmosphérique en quantité notable par l'intermédiaire d'un microbe, dont la fonction serait antagoniste, dans ce cas, à celle des microbes qui réduisent les composés de l'azote dans le sous-sol à l'abri de l'air.

La culture des céréales dans les terres fortes, lorsqu'elle est pratiquée rationnellement, peut permettre à l'agriculteur de réaliser de sérieux bénéfices en se passant de bétail et de fumier.

M. John Prout, propriétaire agriculteur à Sawbridgeworth, a cultivé pendant dix-neuf ans des céréales à grand rendement dans le *loam* argileux à sous-sol d'argile ou de gravier calcaire, au moyen des engrais chimiques et de la charrue à vapeur. Il a fait rapporter à ses terres de 9 à 14 p. c. du capital d'exploitation. Les récoltes des céréales se sont vendues sur pied à l'enchère et les foins en meules. Tous les blés (orge, avoine ou froment) recevaient au moment des semailles un engrais chimique de 635 kilogr. coûtant 117 francs. Les 2/3 de cet engrais étaient formés de phosphates, le reste de guano. Si les blés avaient souffert de l'hiver, on ajoutait au printemps 125 kilogrammes de nitrate de soude. M. Prout a obtenu ainsi des récoltes moyennes de 36 hectolitres de froment et de 5000 kilogrammes de paille. Cette expérience grandiose a été réalisée dans les mêmes conditions en Allemagne, par M. Strecker,

propriétaire agronome de la Saxe. Comme le dit très bien M. Risler, l'éminent directeur de l'Institut agronomique de Paris, elle prouve que l'analyse chimique est parvenue à arracher tous les secrets au vieux fumier de ferme, et que les règles des assolements, considérées comme absolues par les agriculteurs, peuvent être remplacées par une liberté d'allure que nous devons à la connaissance des lois de la nutrition des plantes.

« Faites comme moi, dit M. Prout aux fermiers, et vous ferez rapporter de 9 à 14 p. c. à votre capital d'exploitation, tout en payant au propriétaire un intérêt de 3 1/2 pour cent de son capital foncier et en augmentant la valeur de sa terre. » « Voilà, ajoute M. Risler, comment nous pourrons lutter contre la concurrence de l'humus accumulé dans les terres vierges des États-Unis, humus que les Américains épuisent pour nous l'envoyer sous forme de blé. » Évidemment toutes les terres ne comportent pas semblable culture. Mais nous croyons avoir prouvé, par ce rapide aperçu des ressources que la science offre à l'agriculture, dans les différents sols, que partout l'emploi judicieux de l'engrais et le choix de la plante ou de la variété permettent de réaliser des bénéfices, même en temps de crise.

Certaines variétés de blé peuvent donner jusqu'à 65 et 70 hectolitres à l'hectare, lorsqu'on renforce une bonne fumure de quelques centaines de kilogrammes de phosphates, qui préviennent la verse et enrichissent la paille et le grain.

M. Carter, de Londres, vient d'obtenir par la fécondation artificielle un froment hybride, dont un seul grain peut donner 60 tiges, chaque épi 50 grains en moyenne; total 3000 grains produits par un seul.

Du blé, même à 17 francs les cent kilogrammes, peut encore rémunérer le travail quand, les frais généraux restant les mêmes, on parvient à doubler les rendements. Je n'hésite pas à affirmer que la substitution de la culture

scientifique à la culture empirique peut doubler en quelques années les revenus de l'agriculture. Mais j'ajoute que, pour obtenir ces résultats dans un délai aussi court, l'intervention de l'État, des provinces et des communes est indispensable, parce qu'en agriculture comme ailleurs l'or est le nerf de la guerre. L'initiative privée, à laquelle des orateurs plus éloquents que pratiques ne cessent de faire appel, ne donnera tout ce qu'on est en droit d'attendre d'elle que lorsque l'homme des champs cessera de se débattre dans les ténèbres contre les forces implacables qui l'écrasent.

A ce point de vue, le directeur de l'Institut agronomique de Paris s'accorde avec le directeur général de l'agriculture de France pour conclure à la nécessité de modifier au plus tôt les rapports entre les propriétaires et les fermiers.

M. Risler constate que la crise est peu sensible dans les pays à métayage, où le propriétaire fournit assez de capital pour améliorer et exploiter les terres, où il donne à la fois une direction intelligente et bienveillante à la culture. La crise ne sévit guère davantage dans les pays de petite culture, où le propriétaire est en même temps fermier et ouvrier, c'est-à-dire où les trois agents de la production agricole, sol, capital et travail, sont réunis dans la même main. Mais où la crise sévit avec intensité, c'est dans les pays à fermage et particulièrement dans les pays à grande ferme et à culture intensive, parce que c'est dans ces pays que les fermiers riches et instruits sont le plus indispensables.

Les conditions d'existence de l'agriculture française, si nettement caractérisées par M. Risler, ne diffèrent guère sensiblement des nôtres à ce point de vue. Là comme ici ce qui manque, c'est le *capital* et la *science*, ou plutôt c'est l'union intelligente du capital et du savoir. Un fermier a beau avoir de la pratique, ses enfants ont beau remporter dans nos collèges des prix de grec et de latin, s'il ne con-

naît pas les lois de la nature, il est vaincu avant de combattre (1).

L'intelligence et le travail, qui triomphent de tout lorsqu'ils s'appuient sur le savoir, sont impuissants aujourd'hui dans ce duel implacable avec les forces naturelles qui s'appelle la culture intensive. Ceux-là seuls qui comprennent la nature, qui se rendent un compte exact de toutes les parties de l'engrenage où ils se meuvent, peuvent prétendre à soumettre à leur empire ces puissances aveugles et formidables dont l'humanité fut trop longtemps le jouet inconscient.

Avant d'accuser le pouvoir, avant d'attribuer à des agents extérieurs la cause première et unique des épreuves que nous traversons, propriétaires, agronomes, fermiers, cultivateurs, faisons un retour sur nous-mêmes et demandons-nous si notre impéritie, notre indifférence ou notre ignorance volontaire n'ont pas contribué pour une part sérieuse au fâcheux concours des circonstances actuelles. Ce n'est pas en envoyant ses fils dans des lycées, ou ses filles dans des pensionnats de demoiselles, que le fermier peut espérer améliorer les conditions de sa culture. On ne dompte plus les bêtes féroces avec une lyre, comme du

(1) « Il serait éminemment utile de faire comprendre aux administrations communales et au gouvernement la nécessité d'organiser dans nos communes rurales, à l'intention des fils de nos cultivateurs, des cours agricoles d'hiver; l'enseignement agricole étant pour ainsi dire complètement négligé dans les pensionnats, où nos cultivateurs envoient leurs fils plutôt pour apprendre le français que pour autre chose. Dès sa jeunesse, le cultivateur a besoin d'être familiarisé avec les progrès, les perfectionnements et les inventions agricoles. Sans cela, en sortant du collège ou du pensionnat, où l'on n'enseigne, pour ainsi dire, rien de sérieux concernant l'agriculture, les fils de nos cultivateurs sont prévenus plutôt contre qu'en faveur de la noble profession de leurs pères. On peut en dire autant des filles de nos cultivateurs. Généralement, elles préfèrent se marier à un médecin, à un commerçant, voire même à un cabaretier qu'à un fermier. »

— *Rapport de la Commission provinciale de la Flandre Occidentale*, 1885.

(Signé) *Le Président*
Baron E. Peers.

Le Secrétaire
Hector De Smet.

temps d'Orphée ; mais on enchaîne les éléments et l'on en fait ses esclaves dociles par l'analyse, l'observation et le calcul. Ce n'est pas non plus en faisant de la musique ou de la littérature et en fréquentant le temple de Plutus, que le grand propriétaire peut espérer entraver ce phénomène économique si complexe qui se traduit par la diminution progressive de la rente et l'accroissement du prix du travail.

De part et d'autre il importe de se tourner résolument vers la lumière, d'où vient la force et le salut. Il importe de demander à la science tout ce qu'elle peut donner, sans dédaigner le concours de la législature et des pouvoirs publics, dont l'intervention est d'autant plus nécessaire et plus urgente que l'ignorance et le culte exclusif de la finance et de l'industrie ont conduit notre agriculture au bord de l'abîme.

En terminant ce rapide aperçu, nécessairement très incomplet, des contributions que la science est en mesure d'apporter aujourd'hui à nos agriculteurs, qu'il nous soit permis d'insister sur un point capital qui nous paraît ressortir nettement des faits que nous venons d'exposer.

C'est la nécessité de développer l'étude de la biologie, c'est-à-dire la science de la vie des plantes et des animaux dans nos écoles d'agriculture. Cette étude est restée chez nous presque en enfance, en dépit des efforts louables de quelques savants spécialistes. Jusqu'à présent, ce sont surtout des chimistes et des physiciens qui se sont aventurés dans la voie des études agricoles. Ils y ont réalisé des découvertes mémorables. Les travaux de Liebig, de Boussingault, de Dumas, de Ville, de Wolf, se présentent immédiatement à l'esprit dans cet ordre d'idées. Mais les biologistes se comptent, surtout en ce qui concerne l'étude du règne végétal. En consultant les œuvres des spécialistes particulièrement adonnés à l'étude de la sélection et de l'anatomie des plantes, on ne tarde

pas à se convaincre de la possibilité d'obtenir du règne végétal toutes les merveilleuses transformations réalisées par les éleveurs anglais dans le règne animal.

Un éleveur anglais entreprend aujourd'hui un animal sur commande, pour me servir de l'heureuse expression de M. de Quatrefages. Il lui suffit de quatre ou cinq générations pour obtenir et même pour fixer les caractères de race que l'on désire, soit que l'on vise à développer la force musculaire, la vitesse, la chair, la graisse, le poil, la sécrétion lactée, etc.

Ce qui est vrai pour l'animal n'est pas moins vrai pour la plante. Veut-on développer tel tissu du végétal aux dépens de tel autre, il suffit de connaître à fond les lois de l'anatomie et de la physiologie, de la nutrition et de la reproduction végétale pour procréer à coup sûr la variété désirée, pour fabriquer en quelque sorte de toutes pièces une plante nouvelle.

Cette donnée comporte des applications pratiques de la plus haute portée. Ainsi, par exemple, pourquoi ne pourrions-nous pas nous affranchir, par la sélection des races indigènes, de la concurrence ruineuse que les blés étrangers, dits blés durs, font à notre agriculture, depuis la substitution des cylindres à la meule dans la minoterie ?

M. Vilmorin, que nous avons consulté à ce sujet, partage absolument sur ce point la manière de voir de M. Aimé Girard, le savant professeur de chimie industrielle de l'École des arts et métiers. L'intendance militaire et les hospices de la ville de Bruxelles ayant repoussé nos blés indigènes au profit des blés exotiques dans leurs derniers approvisionnements, nous nous sommes rendu à Paris pour prendre l'avis des spécialistes, après avoir ouvertement formulé notre manière de voir dans le *Journal de la Société centrale d'agriculture*.

Cette consultation n'a point trompé notre attente.

M. Vilmorin dirigera ses recherches dans cette voie au champ d'expérience de Verrière. M. Aimé Girard s'occu-

pera de déterminer la nature et les variations des membranes ou des enveloppes du blé, dont le développement différencie les blés exotiques des blés tendres. Je chercherai pour ma part à déterminer la formule d'engrais la plus convenable. Dès aujourd'hui, M. Vilmorin signale des variétés d'Écosse qui se rapprochent singulièrement de l'idéal à poursuivre, à tous les points de vue.

Le grain de blé se compose essentiellement de 6 enveloppes et d'une amande formée de cellules à parois minces qui emprisonnent dans leurs mailles des grains d'amidon,

Fig. 1

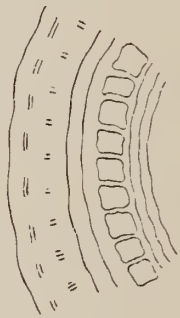


Fig. 2

Fig. 1. — Grains d'amidon de l'amande avec leur enveloppe de gluten. Cette partie du grain, qui forme l'amande, donne des gruaux d'une pureté parfaite. Le pain qu'on en obtient se digère complètement dans la pepsine et dans la diastase.

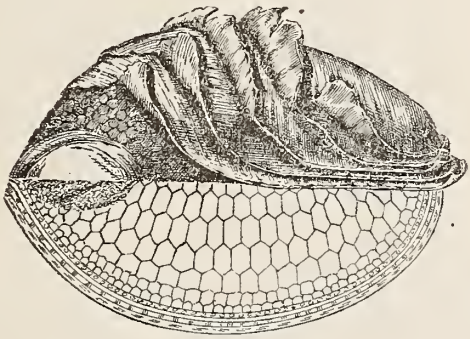
Fig. 2. — A gauche, péricarpe formé de trois couches cellulosiques qui se détachent facilement. A droite, couches du périsperme très adhérentes, riches en azote, mais contenant l'huile et le ferment.

enveloppés d'une chemise de gluten. (Fig. 1, 2 et 3.) A la base de cet albumen farineux, présentant également plusieurs couches, à gruaux plus ou moins blancs et plus ou moins tendres (1), est attaché l'embryon ou le germe.

(1) Ces couches de l'albumen sont au nombre de trois. La première, adhérente à la membrane embryonnaire donne 8 à 10 p. c. de farine. Les gruaux sont durs ; remoulus, ils donnent de la *céréaline* qui rend le pain bis. La deuxième couche donne des gruaux durs mais blancs, soit 20 à 24 p. c. de farine ; la troisième donne la fleur de farine, à raison de 50 à 54 p. c.

La meunerie à cylindre est arrivée aujourd'hui à éliminer presque complètement les enveloppes et le germe contenant une huile qui rancit et un ferment qui rend le pain bis (1).

M. Aimé Girard croit avoir démontré par ses expériences que ces parties du grain, considérées jusqu'ici comme très nutritives parce qu'elles contiennent des matières azotées, ne sont guère *digestibles* pour l'homme. M. Muntz ne partage pas cette manière de voir. Il ne croit pas que M. Aimé Girard ait expérimenté sur lui-même dans des conditions normales, et pense que le coefficient de digestibilité de certaines de ces enveloppes est au contraire très élevé.



Fig, 3. — Coupe idéale d'un grain de blé montrant la superposition des couches du péricarpe et du périsperme, la position et la dimension du germe.

En présence de ces opinions contradictoires, reposant chacune sur des expériences consciencieuses, il est permis de se demander si l'ancien procédé à la meule, qui n'éliminait qu'une faible partie des enveloppes, ne présentait pas des avantages sur le nouveau, surtout dans nos campagnes. Lorsque ce procédé était seul en usage, nos meuniers préféraient les blés tendres indigènes aux blés exotiques,

(1) *Composition chimique et valeur alimentaire des différentes parties d'un grain de froment*, par M. Aimé Girard, Paris 1884, Gauthier-Villars.

qu'ils ne parvenaient pas à moudre dans d'aussi bonnes conditions.

M. Gatelier, syndic de la meunerie parisienne, et M. de Granvoimet ont fait, dans le courant de l'année, diverses communications à la Société nationale d'agriculture de France, dont les conclusions sont rigoureusement conformes à celles de M. Aimé Girard. D'après eux, le meunier doit absolument exclure de la farine toute parcelle d'écorce du grain et tout fragment de germe.

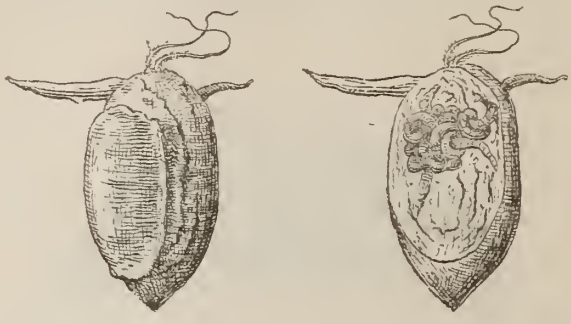


Fig. 4. — Grains de blé en germination attaqués par des anguillules. Les anguillules, doués de la faculté de se dessécher et de reprendre leur activité vitale au contact de l'eau, produisent la *nielle* du blé. Les femelles pénètrent dans les épis au moment de la floraison, pour y pondre leurs œufs. Le ver dévore la fécule et se dessèche sous les enveloppes du grain.

Le fumier, où l'on jette ces grains avariés, sert de véhicule à ces parasites. On peut détruire l'anguillule en faisant tremper le blé niellé dans certains produits chimiques, notamment dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique au cent-cinquantième. Cette solution n'altère par les propriétés germinatives du grain.

Après avoir été isolé de toutes les matières étrangères et nettoyé par une série d'opérations très variées, le grain de froment doit être fendu d'abord en deux lobes, dans le sens de son sillon ; puis il doit subir une série de déshabillages, de brossages et de fendages alternatifs, que les nouveaux appareils de la meunerie parviennent à réaliser par des procédés mécaniques aussi compliqués qu'ingénieux. Alors seulement l'on obtient l'isolement de l'amande et des différentes parties du grain de blé ; contrairement à

ce que l'on avait cru jusqu'ici, chaque grain d'amidon est enveloppé d'une véritable tunique de gluten, et constitue par conséquent un aliment complet, d'un coefficient de digestibilité élevé, tandis que celui des enveloppes du fruit, c'est-à-dire du *péricarpe* et du *périsperme*, l'est peu. La haute portée pratique de ces découvertes n'échappera pas à nos agriculteurs. Elles mettent en lumière le rôle prédominant que la physiologie et l'histologie végétales sont appelées à jouer, avec la chimie agricole, dans l'enseignement de l'agriculture progressive.

A ceux qui croiraient que nous nous payons d'illusions, nous opposerons dès à présent les résultats merveilleux obtenus dans la culture de la betterave à sucre.

Contrairement à l'opinion générale des cultivateurs, on commence à reconnaître que la nature du sol et les conditions climatériques ne sont pas toujours les facteurs principaux de la production, et que la betterave riche notamment, loin d'être le produit d'une température propice et d'un sol doué de propriétés particulières, est plutôt le résultat d'un système de culture savamment combiné.

Les savants allemands se rallient complètement aujourd'hui à cette manière de voir. Par d'intelligentes façons du sol, on en est arrivé en Allemagne à affranchir en quelque sorte la betterave à sucre des influences atmosphériques, soit dans les années humides par l'assainissement plus rapide de la couche cultivée, soit dans les années sèches par l'humidité que l'on conserve dans le fond des guérets mis à l'abri de l'influence desséchante de l'atmosphère (1).

(1) « Le régime de l'impôt sur la betterave a bien eu les conséquences que le législateur en attendait. La plus importante de ces conséquences, c'est à nos yeux l'amélioration de la qualité de la matière première de nos usines, la betterave à sucre. L'ancienne école avait pour dogme que la betterave à sucre de haute qualité n'est que le produit de deux facteurs : la nature du sol et les conditions climatériques. Pour elle, le choix de la variété, le mode de culture, la composition des fumiers et des engrais employés n'exerçaient qu'une influence secondaire sur le résultat final.

L'engrais chimique tend à se substituer de plus en plus dans cette culture au fumier de ferme, que de grands cultivateurs du nord de la France n'hésitent pas à répudier complètement, parce qu'il développe et maintient la végétation herbacée et qu'il sert de véhicule et de nourriture à d'innombrables insectes parasites (fig. 4, 5, 6). Le fumier, c'est l'ennemi, écrivait dernièrement M. Simon Legrand, l'un des spécialistes les plus distingués du nord de la France. Tous les cultivateurs instruits savent que lorsque l'engrais chimique est appliqué avec discernement, loin de nuire au sol et de constituer la culture en perte pendant les mauvaises années, il permet de lutter avantageusement contre les intempéries des saisons et l'emporte sur le fumier de ferme dans les terres fortes. Loin de favoriser comme le

Il y avait des régions à betteraves pauvres et des régions à betteraves riches; l'Allemagne avait la chance d'appartenir à ces dernières et la France, deshéritée de la nature, était condamnée, de par son sol et son climat, à ne produire que des racines de médiocre qualité. Telles étaient les théories en cours, il y a peu de temps encore, chez la majorité de nos cultivateurs et, il faut bien l'avouer, chez quelques-uns de nos fabricants les plus éminents.

» Un examen attentif des conditions de la production de la betterave à sucre en Allemagne eût pu montrer l'inanite de ces théories fatalistes, sur lesquelles reposait tout notre ancien système de culture. Il eût été facile de se convaincre de l'influence prépondérante des méthodes, en comparant la richesse saccharine de la betterave allemande d'il y a quarante ans avec celle de nos jours. Mais la ténacité proverbiale du cultivateur français n'est point aisée à vaincre, et, là où règne la routine, le raisonnement perd ses droits : il ne faut rien moins que la force des choses pour en venir à bout.

» Obligée par le régime de l'impôt sur la matière première de ne plus mettre en œuvre que des betteraves riches en sucre, la fabrication française a dû poser ses conditions à la culture, et c'est alors qu'on a pu juger de la valeur de la fameuse théorie des pays à betteraves pauvres. Dès la première année de fonctionnement du nouveau régime, on a vu des cultivateurs, en petit nombre, il est vrai, obtenir des racines qui ne le cédaient en rien comme beauté de formes et comme qualité aux meilleures races d'Allemagne. Nous avons cité ici même les résultats les plus remarquables que nous avions constatés chez M. Masclef, cultivateur à Loison, dans le Pas-de-Calais, département réputé impropre à la production de la betterave riche.

» Cete année, les faits de ce genre sont loin d'être exceptionnels et, en présence des conditions atmosphériques si défavorables de cette saison, les adeptes de l'ancienne école disparaissent. » (*Journal des fabricants de sucre*, Paris.)

fumier, la multiplication des parasites, il contribue au contraire à leur destruction ou à leur éloignement par les principes caustiques, alcalins ou acides, qu'il contient et que le sol neutralise.

Pendant les deux années de sécheresse que nous venons de traverser, l'on a vu la betterave cultivée sur fumier mourir de soif dans notre pays; au contraire, les betteraves cultivées selon la méthode allemande ont résisté aux intempéries. Les labours allemands ont cinq ou six mois de date lorsqu'on sème la betterave. Ces vieux labours ont sur la levée et la végétation de la plante une influence des plus heureuses.

Les gelées d'hiver pénètrent profondément le sol ameubli et défoncé par la charrue, suivie d'une fouilleuse qui désagrège le sous-sol. Dans ces conditions, l'oxygène pénétrant partout avec l'eau, éloigne ou tue les parasites et mobilise les éléments fertilisants insolubles de la terre. Après l'hiver, on herse énergiquement pour détruire les mauvaises herbes, on roule et l'on sème des graines de betteraves choisies, dans des lignes espacées seulement de 40 cen-

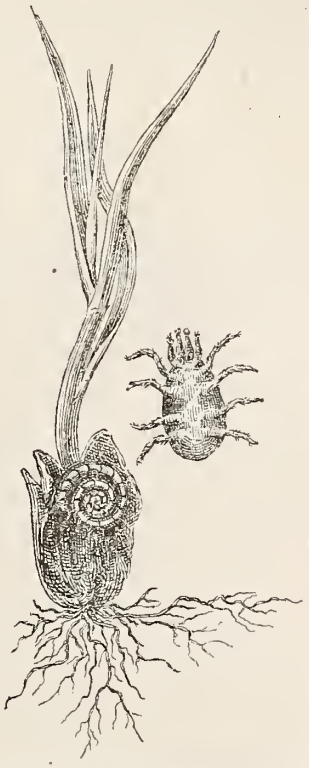
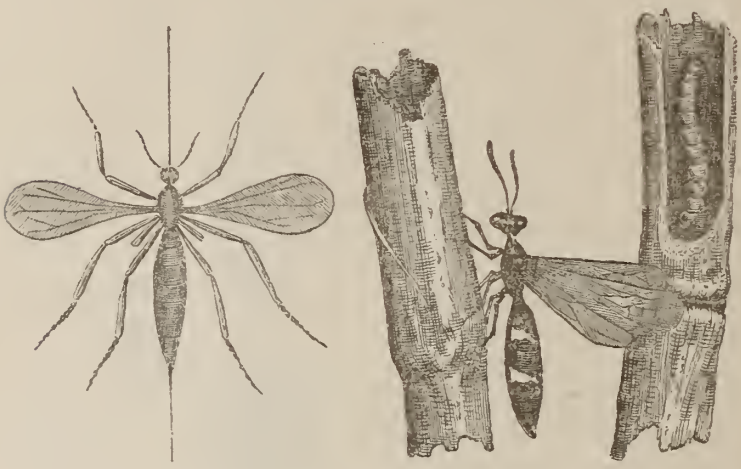


Fig. 5. — *Iule* (myriapode) et *Acarus* (arachnide) du blé en germination. L'Iule, long d'une dizaine de millimètres, présente 40 ou 50 anneaux tachés de rouge. L'épi s'étiole et le chaume se rabougrit. L'*Acarus*, qui accompagne très souvent l'*iule*, se retrouve dans les farines. Le fumier sert également de véhicule à ces deux parasites. On recommande de chauler les grains au moyen d'une solution de sulfate de cuivre pour se préserver de leurs atteintes. La meilleure dose par hectolitre serait de 250 grammes dissous dans 30 litres d'eau froide. Tremper un quart d'heure.

timètres. Alors la betterave pivote normalement dans le sol resté meuble, tandis que chez nous on durcit la terre pour y charrier le fumier qu'on enterre superficiellement avant l'hiver par un léger labour. Quant au fumier



A Fig. 6. B

A. Cécidomie du froment (diptère) *2 millimètres.* B. Cephus pygmée (hyménoptère) *6 à 8 millimètres.*

Ils pondent tous deux leurs œufs dans les chaumes. Il en sort une larve qui atteint deux millimètres de longueur, et qui descend en terre pour se métamorphoser (cécidomie), ou se tisse un cocon à la base du chaume (cephus). Tandis que la cécidomie s'attaque presque toujours au froment, le cephus exerce de préférence ses ravages sur le seigle. Il voltige dès le mois de mai sur les fleurs des prairies. Sa femelle ne recherche les chaumes qu'après l'accouplement. Les chaumes restés en terre et la paille dont on fait du fumier abritent les métamorphoses de la larve. Le seul remède consiste donc à brûler le chaume en entier. Quant à la larve de la cécidomie, dont la nymphose s'accomplit dans le sol, on peut la détruire par un chaulage énergique, immédiatement après la moisson. Sous le nom de *mouche de Hesse*, la cécidomie cause certaines années de grands ravages dans l'Amérique du Nord, où elle produit la *coulure* du blé en perforant les chaumes depuis l'épi jusqu'à la racine. Elle a causé également de grands dégats dans le nord de la France. (C. Basin.)

de ferme, à l'inverse de ce qui se fait chez nous, il a été employé complètement l'année précédente à la fumure du froment qui précède la betterave dans l'assolement. Comme

on cultive des variétés de blé à paille ferme et à grand rendement, telles que le *square-head*, qui peut donner jusqu'à 70 hectolitres à l'hectare, on ne craint pas la verse ; ou, du moins, on y remédie en mélangeant au fumier de 600 à 800 kilogrammes de phosphates. Ces phosphates présentent le triple avantage de fixer l'azote du fumier, de consolider la paille et d'enrichir le grain.

Voilà ce que peut la culture rationnelle, basée sur la connaissance approfondie des exigences du sol et de la plante, de l'action et de la composition des engrais. Répétons-le, elle peut prétendre à doubler aisément les moyennes des rendements par la culture intensive, tout en restituant à la terre ses éléments de fertilité. Or si, du jour au lendemain, le cultivateur pouvait atteindre ce but, il se rirait de la crise agricole, parce qu'il aurait rétabli l'équilibre de la balance entre le prix de revient et le prix de vente. Comme le disait hier encore le savant directeur de Montsouris, M. Marié Davy, c'est à cette balance que doit se réduire toute opération agricole.

A. Proost.

LES

POPULATIONS DANUBIENNES

—

ÉTUDES D'ETHNOGRAPHIE COMPARÉE (1)

TROISIÈME PARTIE

LES DESCENDANTS DES DACES ET DES THRACES.

Si, aux époques anciennes, l'ethnographie des Balkans pouvait se borner aux Daces et aux Thraces dont nous avons établi les caractères distinctifs et recherché les premières origines, il n'en est plus de même aujourd'hui. A ces deux peuples qui, à l'aurore de l'histoire d'Europe, occupaient seuls la péninsule hémique, ont succédé des nationalités nombreuses et variées. Aussi les régions danubiennes présentent-elles maintenant l'aspect d'une véritable marqueterie ethnologique ; et, sur toute la surface du globe, il n'y a pas de contrée plus bigarrée, plus amalgamée de races hétérogènes. Des gorges des Carpathes aux rives de l'Archipel, Roumains, Bulgares, Albanais, Serbes, Grecs et Turcs se mêlent, se croisent, se heurtent et s'enchevêtrent, sans compter encore des éléments ethnique flottants, Juifs, Russes, Tziganes, Arméniens, Arabes et Tatars.

(1) Voir janvier, avril et octobre 1885 et janvier 1886.

Cette infinie variété ethnographique porte non seulement sur le groupement général des diverses races, elle se vérifie pour chaque peuple, pour chaque province en particulier. Prenons par exemple les Roumains. On se tromperait fort si l'on croyait les Roumains confinés, entre les Carpathes et le Danube, dans le territoire restreint que leur a assigné le traité de Berlin. En effet, il n'y a en Roumanie que 4 700 000 Roumains, c'est-à-dire la moindre moitié de la race (1). Mais il faut y ajouter 3 560 000 Roumains de la Transylvanie et de la Hongrie orientale, 1 498 000 Roumains de la Bessarabie et de la Russie méridionale et 36 000 dans la Dobroudja. Viennent ensuite les Macédo-Valaques du Pinde, de la Thessalie, de l'Albanie et de la Grèce, qui donnent un nouveau total de 279 000 hommes. Enfin on a recensé 6 000 Roumains en Istrie (2). Il y a donc, établis hors de Roumanie, cinq à six millions de Roumains.

Il serait aisé de dresser une statistique analogue pour la plupart des autres races aujourd'hui groupées sur les deux rives du Danube, et de justifier par là le caractère exceptionnellement sporadique qui les distingue. Mais ce qui vient d'être dit des Roumains suffit à notre dessein.

Au début de ces études ethnogéniques, nous avons fait observer que la plupart des grandes familles européennes et asiatiques ont laissé leur empreinte sur les populations danubiennes. C'est ici le lieu de préciser davantage cette assertion générale.

(1) Le dernier *Annuaire de Roumanie* (1885), excellente publication de M. Frédéric Damé, affirme (p. 39) que ce chiffre est très inférieur à la réalité, et que la population de Roumanie dépasse aujourd'hui 5 000 000 d'habitants. Il serait très désirable que le gouvernement de Roumanie fît procéder à un recensement sérieux.

(2) Voir pour ces chiffres et leur degré d'approximation Élisée Reclus, *Nouvelle géographie universelle*, t. I, *L'Europe méridionale*, p. 243 ; de Rosny, *Les Romains d'Orient*, pp. 104-110, t. IV de la *Bibliothèque ethnographique ;* Xénopol, *Istoria Românilor*, 6e éd., 1885, pp. 12, 13.

Trois groupes principaux se partagent les divers éléments ethniques de la péninsule des Balkans.

Au groupe *pélasgique* ou *gréco-latin* se rattachent les *Roumains*, établis entre les Carpathes et le Danube (1); les *Grecs*, qui de bonne heure franchirent les rives du Nestus et du Strymon ; et les *Albanais*, les valeureux fils de Skander-bey, les rois de l'Adriatique.

Le groupe *ouralo-altaïque* (2) renferme les *Hongrois*, les *Turcs*, les *Tatars* et les *Bulgares*. Les Hongrois sont entrés dans les contrées danubiennes après le désastre de Sadowa, en obtenant d'annexer à leur pays tout le territoire transylvain. Après avoir été longtemps les maîtres de la région des Balkans, les Turcs, depuis ce siècle, tendent sensiblement à disparaître de l'Europe. Ils ne dominent plus même à Constantinople (3). Si l'on excepte le sud de la Dobroudja et le nord-est de la Bulgarie où ils ont formé quelques agglomérations, les Turcs ne sont plus, en Europe, qu'à l'état de petits ilots ethniques placés en guise de postes militaires. C'est dans la Dobroudja que les ethnographes ont signalé la présence de Tatars très distincts des Turcs Osmanlis (4). Mais la place la plus considérable, sinon la première, parmi les populations des Balkans revient sans nul doute aux Bulgares. Les récents événements dont la Bulgarie a été le théâtre ont révélé les forces vives de cette jeune nation. Comme nous le verrons, les Bulgares, fortement absorbés par les Slaves, n'ont presque

(1) Ce n'est toutefois que par l'infusion du sang latin dans les veines des Daces éraniens que les Roumains peuvent être rapportés au groupe greco-latin.

(2) On se sert aujourd'hui de ce terme plus exact que celui de *touranien* pour désigner l'une des grandes familles humaines.

(3) Déjà en 1864, le recensement officiel ne relevait plus que 480 000 Turcs sur 1 075 000 habitants. Ce sont surtout les Grecs et les Arméniens qui envahissent Constantinople.

(4) Les Turcs *Osmanlis* ou *Ottomans* doivent cette appellation à Osman ou Othman, le fondateur de leur puissance. Néanmoins, si une grande école ethnographique défend l'identité des Turcs et des Tatars, d'autres ethnographes la repoussent, par exemple notre illustre compatriote, M. d'Omalius d'Halloy. *Eléments d'ethnographie*, 4e éd., p. 52.

rien gardé du caractère primitif de leur origine ouralo-altaïque.

Le troisième groupe des populations danubiennes est le groupe *slave* proprement dit. Il comprend les *Serbes*, les *Russes* et les *Polonais*. Les Serbes occupent, outre le royaume indépendant gouverné par le roi Milan, la Bosnie, la Croatie, l'Herzégovine, le Monténégro, la Dalmatie et un grand nombre des provinces méridionales de l'empire d'Autriche. Sous le nom de *Lipovans*, les Russes sont très répandus dans la Dobroudja et la Bessarabie. Enfin, M. Lejean a signalé la présence d'une colonie de Polonais, établis par Rechid-Pacha, à l'embouchure de la Salamvria, vers la fin de l'année 1855.

Parmi tous ces peuples, successeurs des Daces et des Thraces dans la péninsule balkanique, deux seulement doivent, au point de vue spécial de ces études, fixer notre attention. Ce sont les Roumains et les Bulgares. Ces deux peuples, en effet, nous paraissent mieux représenter les races qui vivaient dans la presqu'île hémique aux époques primitives, savoir les Daces et les Thraces. Dépositaires des grands souvenirs de l'ancien monde, les Roumains et les Bulgares ont réussi à se maintenir jusqu'à nous avec un cachet d'originalité plus marqué, dernier reflet peut-être des traditions du passé.

Nous verrons dans un premier chapitre que l'on peut considérer les Roumains comme les descendants directs des anciens Daces. Quant aux Bulgares, auxquels sera consacré un second chapitre, malgré leur provenance ouralo-altaïque et la transformation presque complète que leur ont fait subir les Slaves, ils ne se sont pas superposés aux Thraces, au ve siècle de notre ère, sans se laisser imprégner profondément par les peuples vaincus dont ils ne purent triompher qu'en se les assimilant.

I. — LES ROUMAINS.

Lorsque, en l'année 106, l'empereur Trajan revint triomphant de sa campagne sur les rives du Danube, où il avait écrasé la grande nation des Daces après deux guerres qui durèrent cinq ans, le peuple et le sénat de Rome élevèrent, en souvenir de cette victoire, le superbe monument connu sous le nom de *Colonne Trajane* (1). Le long du fût de la colonne, on grava, dans une série de 124 bas-reliefs, les phases principales de la lutte que l'empire venait de soutenir contre les populations danubiennes (2).

Voici d'abord tous les préparatifs d'une longue expédition, vaisseaux chargés de blés, d'armes, de recrues, magasins pourvus d'immenses bagages traînés à la suite des cohortes. Puis, ce sont les gigantesques ponts de bateaux et de pierre que le Danube étonné voit jeter sur ses deux rives. Plus loin, des camps retranchés s'élèvent garnis de créneaux et de tourelles de bois. Les ennemis s'ébranlent. De toutes parts les Daces accourent défendre leur pays. Bientôt la guerre s'engage, les scènes de batailles, d'incendies, de carnage s'allongent et montrent ici des légionnaires ramassés en tortue au pied des murs et des abattis d'arbres, des villages qui flambent, des habitants éperdus qui fuient le fer et la flamme.

(1) Chose étrange, l'inscription en six lignes qui surmonte la porte d'entrée du piédestal ne fait aucune allusion à la victoire de Trajan sur les Daces. Elle déclare seulement que la hauteur de la colonne représente la mesure de la colline qui fut aplanie entre le Quirinal et le mont Capitolin pour former le Forum de Trajan : *Addeclarandum* (sic) *quantæ altitudinis mons et locus tant(is ope)ribus sit egestus.*

(2) Voir pour la description de la colonne l'ouvrage de W. Froehner, *La Colonne Trajane*, d'après le surmoulage exécuté à Rome en 1861-1862, reproduit en phototypographie par G. Arosa, 220 planches imprimées en couleur avec texte orné de nombreuses vignettes. Paris, 1872-74, 5 volumes. Il y a une édition réduite en un volume. Paris, 1855: *La Colonne Trajane* décrite par W. Froehner. Texte accompagné d'une carte de l'ancienne Dacie et illustré par M. Jules Devaux.

Mais ce qui domine partout, ce qui dans chaque tableau attire les regards, c'est Trajan. Ici, marchant en tête de la colonne qui traverse le pont du Danube et le bras fièrement tendu, il indique le chemin qui mène à la victoire. Plus loin, il préside un conseil de guerre assis sur un tribunal de gazon, ou bien il offre un sacrifice devant la tente impériale, vêtu de l'habit sacerdotal du grand pontife, du *cinctus gabinus*, qui lui recouvre la tête, les pieds chaussés de sandales, d'une main tenant le *lituus*, de l'autre une patère à ombilic contenant le vin qu'il verse sur les flammes de l'autel. Du reste, l'empereur est partout ; si l'on fortifie un camp, on le voit tenant à la main gauche son petit bâton de commandement quitter l'enceinte du *prætorium* pour aller visiter les travaux et encourager les soldats ; mais c'est surtout dans les batailles qu'il apparaît calme et fier au milieu de ses prétoriens ; rien n'échappe alors à son vigilant coup d'œil.

Cependant les Daces sont cernés dans leur dernier retranchement ; une suprême action, solennelle et décisive, s'engage. Les cavaliers romains poursuivent Décébale, le dernier roi de la Dacie, qui tombe et se donne la mort. Zarmizegethusa, sa capitale, est prise d'assaut et livrée aux flammes. C'est la ruine et la fin de la Dacie. Voyez le long cortège des vaincus : épuisés par la lutte, ils fuient emmenant avec eux leurs femmes, leurs enfants et leurs troupeaux, et jetant sur la patrie un triste et long regard.

Ces fastes glorieux, consignés sur le marbre en caractères ineffacés, constituent, comme on sait, l'un des souvenirs les plus purs des annales romaines. Le lecteur nous pardonnera néanmoins de réduire les grandioses proportions de la colonne Trajane, au point de n'en faire qu'une simple page ethnographique dont nous allons tenter le déchiffrement.

N'est-ce pas une chose digne d'attention que le peuple des Carpathes ait pour pierre angulaire de sa nationalité

cette colonne Trajane où tout parle pour ses ancêtres, les Daces, de deuil, de défaite et de ruine ?

Pourtant il en est ainsi. Les Roumains ont tous leurs regards tournés vers ce monument élevé au triomphe des premiers oppresseurs de leur pays. Ils y retrouvent non seulement le passé, mais le présent, la forme des objets dont ils se servent encore aujourd'hui, les vêtements, les habitations, la poterie, les outils, les meubles mêmes et bon nombre d'usages dont se compose leur vie domestique. Mais cette impression s'accentue davantage, d'une part, à la vue du Dace sauvage et terrible, de ces barbares aux vêtements de peau, à la chevelure désordonnée et d'une longueur démesurée, à la barbe inculte tombant sur la poitrine ; de l'autre, à la vue de ces deux mille têtes de légionnaires romains. Dans ces Daces et dans ces Romains, le peuple des Carpathes retrouve tous les traits essentiels de sa race.

C'est que, si la conquête de la Dacie par Trajan anéantit des hordes barbares, elle fit surgir à leur place, par l'infusion d'un sang nouveau, la nation régénérée des Daco-Romains. En face de la colonne Trajane, Rome eût pu dresser un autre monument et, sur ses bas-reliefs, au lieu de sièges de villes, de campements, d'armées en marche, de champs de batailles, de villages en flammes, on eût vu des vétérans romains forger des socs, atteler des taureaux, bâtir une cabane, défricher les forêts, assouplir peu à peu ses esclaves daces. Sur le seuil des villes incendiées, des femmes indigènes, initiées aux mœurs romaines par leurs vainqueurs devenus leurs époux, eussent émondé la vigne, porté dans des corbeilles les fruits empourprés de la récolte, et recueilli dans les amphores un jus rival du Massique et du Falerne. Une fois de plus, les *Géorgiques* auraient couronné l'*Énéide* (1).

Après avoir conquis les Daces, l'empereur Trajan voulut

(1) Cf. E. Quinet, *Revue des deux mondes*, 26e année, t. I, p. 383.

— c'était la grande politique de Rome, — les assujettir irrévocablement à l'empire en les fondant avec leurs vainqueurs pour en faire, du côté de l'Orient, une ferme barrière contre d'autres barbares qui, déjà à cette époque, menaçaient le colosse maître du monde. On sait comment les Romains, héritiers sous ce rapport des rois d'Assyrie, réussissaient à fondre dans leur empire les nations vaincues et à les transformer en provinces romaines. C'était l'œuvre des colonies latines et la Dacie, comme tant d'autres contrées, fut ouverte aux entreprises colonisatrices des vétérans italiques.

Grâce au millier d'inscriptions romaines trouvées en Dacie (1), il est possible de suivre presque pas à pas les progrès de la romanisation dans les provinces danubiennes. Ce travail de synthèse a été fait par des écrivains érudits et consciencieux comme MM. Jung, professeur à l'université d'Inspruck (2), Tocilescu (3), Goos (4) et Xénopol, professeur à l'université de Jassy (5). Nous en donnerons ici les résultats généraux.

D'après Eutrope (6), le nombre des colons latins envoyés en Dacie par Trajan fut considérable : « *Trajanus victa Dacia ex toto orbe romano infinitas copias hominum eo transtulerat ad agros et urbes colendos.* » L'épigraphie permet de préciser davantage ces mots *ex toto orbe romano*. Les nouveaux colons viennent d'abord de la Dalmatie. Ceux-là exploitent les mines d'or d'Abrudbanya, qui jusque-là avaient été la propriété de la tribu dace des Pirustes. Par eux fut fondée *Alburnus major* (7). D'autres Dalmates s'étaient établis à Verespatak et à Apulum (8).

(1) Voir Ackner et Müller, *Römische Inschriften in Dakien*, et le 3e volume du *Corpus Inscript. Lat.* de Mommsen.

(2) *Rœmer und Romänen in den Donauländern*, pp. 88-109.

(3) *Dacia inainte de Romani*, dans ANNAL. SOC. ACAD. ROMANE, t. X.

(4) *Untersuchungen über die Innerverhältnisse des trajanischen Daciens*, dans ARCHIV. F. SIEBENBURG. LANDESKUNDE, 1874.

(5) *Les Roumains au moyen âge*, pp. 21-37.

(6) *Hist. rom.*, VIII, 6.

(7) Voir Florus, IV, 12. Cfr *C. I. L.*, III, c. VIII.

(8) Jung, *Op. cit.*, p. 92.

Mais la grande masse des colons était originaire des contrées syriennes de l'Asie Mineure. Ils venaient des provinces d'Asie, de Bithynie, de Carie et de Galatie. Enfin, on trouve aussi des Italiens de l'Apulie et de la Lucanie et des vétérans venus de Rhétie, du Norique et des Gaules. En un mot, l'invasion italique en Dacie fut vraiment considérable, comme l'affirme Eutrope.

Voilà pourquoi, la population romaine étant plus développée en Dacie que dans aucune autre contrée danubienne, on vit la plus récente province de l'empire se distinguer parmi toutes les autres colonies par la rapidité et l'intensité de son assimilation aux institutions et à la civilisation de Rome.

On connaît avec certitude au moins deux colonies conduites par Trajan chez les sujets de Décébale (1), sans parler de trois autres dont l'empereur Sévère fut le fondateur, et sans compter une foule de petits établissements qui, sans être reliés à l'empire par les privilèges et les droits de la cité romaine, n'en vivaient pas moins de la vie et des institutions de Rome.

La première colonie fut celle de *Zarmizegethusa*, l'ancienne capitale de Décébale, qui, relevée de ses ruines, prit le nom d'*Ulpia Trajana*. Longtemps *Zarmizegethusa* porta le simple titre de *Colonia Dacica ;* mais quand plus tard *Tsierna*, *Napoca*, *Apulum* et *Potaissa* reçurent droit de cité, *Ulpia Trajana* fut élevée officiellement au rang de métropole. Elle devint une ville florissante et couvrait un emplacement qu'occupent aujourd'hui, autour de Varhély, plus de douze villages. Là était le siège du gouverneur, et ce poste n'était pas de ceux que les grands de l'empire recherchaient avec le moins d'ardeur. L'empereur Antonin le Pieux ne dédaigna pas d'y remplir les fonctions de duumvir. Toutes les splendeurs de la civilisation romaine

(1) Du moins s'il faut en croire Ulpien, *De Censibus*. (*Dig.* 50, 15, 1, 8, 9.

n'avaient pas tardé à s'épanouir à Zarmizégéthuse et les pauvres huttes des sauvages sujets de Décébale avaient fait place à un Capitole, à un amphithéâtre, à des aqueducs, à des temples. De ces édifices il ne reste plus que des ruines en train de disparaitre dans les fours à chaux des Roumains, où s'exploitent pour de nouvelles constructions les marbres et les ciments des frises qui jonchent le sol.

Apulum n'était pas moins florissante que Zarmizegethusa. Située sur le plateau qui fait face à Varhély quand on traverse le Maros, Apulum dut sa prospérité à la XIIIe légion dite *gemina*, qui y demeura cantonnée très longtemps. Si Zarmizegethusa était le siège du gouvernement civil, Apulum servait de centre à la puissance militaire, elle avait à la fois le rang de municipe et de colonie. Apulum devait toucher à la moderne cité de Karlsburg en Transylvanie ; car, aux environs de cette ville, on découvre un vaste champ de ruines romaines. Du reste, cette identification est à peu près certaine depuis qu'au VIIIe siècle un chef de Hongrois égaré à la chasse découvrit les ruines d'Apulum dans une épaisse forêt.

Au sud de la Transylvanie, au pied des montagnes, *Tsierna* ou *Zerna* gardait les communications avec la mère patrie. On cite encore comme colonies romaines en Dacie *Napoca*, aujourd'hui Klausenburg, *Drobetæ*, *Tibiscum* non loin de la moderne Karanseles, *Porolissum* qui avait un amphithéâtre construit en 157, *Potaissa* ou *Patavissa*, fondée par Septime Sévère. Enfin il ne faut pas oublier la *Colonia Malvensis*, où l'un des procurateurs de la Dacie avait sa résidence.

Ptolémée nous a laissé les noms de sept villes romaines en Dacie. Nous donnons les suivants qui n'ont pas encore été mentionnés dans les lignes qui précèdent: *Utpianum*, *Salinæ*, *Prætoria Augusta*, *Aquæ*, *Frateria*. Enfin, M. de Rosny nous apprend que Jassy fut édifiée sous le nom de *Municipium Jassiorum*, que *Roman* en Moldavie, *Caput*

Bovis, à l'entrée du Danube et *Caracalu* en Valachie accusent à l'évidence une origine romaine (1).

Un regard jeté sur la carte montre que les établissements romains formaient, sur le plateau occidental des Carpathes, une vaste ceinture ou couronne en demi-circonférence. Une large voie romaine, ouverte depuis les Portes de Fer aux confins de la Serbie jusqu'à Caussani, sur le Dniester, en Bessarabie, et dont les débris se laissent voir à divers intervalles, unissait tous ces points et assurait des communications faciles avec le pays conquis. Il y avait de Tsierna à Zarmizegethusa 118 milles romains, de Zarmizegethusa à Apulum 50 milles, d'Apulum à Potaissa 36, puis 24 jusqu'à Napoca et encore 46 jusqu'à Porolissum ; soit un total de 274 milles ou environ 90 lieues, sous l'abri des crêtes les plus âpres des montagnes.

Nous venons de voir à l'œuvre les colons italiques ; il faut étudier de plus près ce que devint par la romanisation le tronc indigène sur lequel Trajan était venu implanter la greffe puissante de l'élément romain.

Ce fut en effet par l'assimilation des Daces que les Romains réussirent à asseoir si promptement et si aisément leur domination sur les bords du Danube. Car, ne l'oublions pas, le peuple romain rattachait à son empire les provinces conquises d'une manière bien différente de celle qu'ont mise en œuvre par exemple, dans les temps modernes, les Allemands et les Hongrois. Les nations soumises ne demeuraient pas à l'état de castes séparées : les Romains s'unissaient à eux par des mariages, leur accordaient l'entrée dans la cité romaine, leur donnaient droit au travail et accès à toutes les faveurs et à toutes les dignités que comportait leur participation au régime de l'empire, désormais librement accepté.

Ces assertions, relatives à la romanisation des Daces,

(1) *Les Romains d'Orient*, p. 40.

trouvent, comme l'affermissement de la puissance romaine en Dacie, leur contrôle très manifeste dans l'épigraphie danubienne. Il suffira de produire les faits suivants rassemblés dans l'ouvrage déjà cité de notre savant ami, M. Xénopol, professeur d'histoire roumaine à l'université de Jassy, qui prouve sur pièces authentiques la persistance du peuple dace sous la domination romaine (1).

On lit quelque part qu'une famille dace affranchissait ses esclaves à la façon des Romains et, dans la même inscription, le nom de *Justa*, au milieu de ceux de *Aia Nandonis*, *Andrada Bituvantis*, *Bricena* et *Bedarus*, ne montre-t-il pas une fusion bien intime des deux nationalités (2)? D'ailleurs, ce dernier trait se représente fréquemment et l'on citerait bon nombre d'inscriptions où des personnages reconnus comme Daces portent des noms romains : nommons seulement Julius Secundinus, *natione Dacus* (3) et Julius Pitinus, *civis Dacus* (4). Il y a plus, dans une même famille, l'on voit le père porter un nom moitié dace, moitié romain, *P. Aelius Ariortus*, l'épouse un nom romain, *Digna*, ainsi que les deux fils, *P. Aelius* et *P. Aelius Valens*. Le nom du neveu est dace, *Udarus* (5).

La même inscription, avec d'autres du reste, nous apprend que des Daces avaient obtenu droit de cité et rempli des fonctions municipales. En effet, l'*Ariortus* dont nous venons de parler était *quatuorvir* du municipe de Drobetæ (6). Un nommé *Epidius* faisait partie d'un collège d'*Augustales* (7), et un certain *Mucasenus* avait été créé

(1) *Les Roumains au moyen âge*, pp. 22-27.

(2) Mommsen, *Corp. Inscr. Lat.*, t. III, n. 917.

(3) Orelli, *Inscript.*, n. 6844, Cfr Tocilescu, *Dacia inainte de Romani*, p. 231.

(4) *Ephem. epigr.*, t. II, n. 944.

(5) *Corp. Inscr., Lat.*, t. III, n. 1559.

(6) *Ibid.* Les fonctions des *quatuorvirs* dans les provinces n'étaient pas nettement déterminées. On sait qu'en Italie, à Capoue et à Cumes, les *quatuorvirs* étaient les représentants du préteur urbain, et qu'à Rome ils étaient préposés au nettoyage des voies urbaines.

(7) Les *Augustales* étaient chargés du culte des Césars que l'empire divi-

chevalier, *eques ex singularibus consularis* (1). Et même, nous voyons au IIIe siècle un descendant de Décébale, un certain Régalien, l'un des trente tyrans, aspirer au trône impérial (2).

Il ressort d'un assez grand nombre de monuments que les Daces adoraient les divinités romaines, et l'on n'a trouvé que trois inscriptions considérées par les épigraphistes comme contenant des noms de divinités indigènes (3).

Rome n'hésita pas à enrôler les Daces dans ses armées. C'est ainsi que l'on connait la *Cohors prima Aelia Dacorum* (4), qui fut sous Adrien cantonnée dans la Bretagne, une autre cohorte, *Augusta Dacorum*, qui servit en Pannonie, et une *Cohors III Dacorum* dont la présence est signalée en Macédoine. En Dacie stationnaient plusieurs corps de troupes daces, tels que les *Milites Daci Jassii*, la *Vexillatio Dacorum Parthica* et la *Cohors I Dacorum vigilum* (5). En un mot, les soldats daces, *milites Dacisciani*, étaient répandus dans diverses parties de l'empire, la Syrie, le Norique, la Pannonie (6). Enfin, outre ces auxiliaires daces que nous venons de mentionner, Frœhner donne les noms de *Ala I Dacorum*, *Ala I Ulpia Dacorum*, *Ala Getarum*, *Cohors I Dacorum* (7). On retrouve des auxiliaires daces, ἀπὸ τοῦ Δακικοῦ στρατεύματος (8), jusqu'en l'an 1087, où ils combattent avec le chef des Pètchenègues. M. Roesler

nisait après leur mort par l'apothéose. Voir *Corp. Inscrip. Lat.*, t. III, n. 1488.

(1) *Corp. Inscrip. Lat.*, t. III, n. 1195. Les *equites singulares* formaient les gardes de corps de l'empereur. Une récente inscription, découverte à Rome près de la *Scala Santa*, donne les noms et les grades de tous les *equites singulares* d'Antonin le Pieux. Voir ACADEMY, 1886, p. 136.

(2) *Script. hist. Aug.*, 30 Tyr., c. 10.

(3) Tocilescu, *Dacia inainte de Romani*, p. 256.

(4) *Corp. Inscr. Lat.*, t. VII, nn. 806-826, 975. Cfr nn. 323, 858, 866.

(5) *Corp. Inscr. Lat.*, t. III, n. 600. Ackner et Müller, *Röm. Inschr. in Dakien*, 157, 178, 479.

(6) Trebonius Pollio, *Claudius*, c. 17. — Flavianus Vopiscus, *Aurel.*, 38.

(7) *La Colonne Trajane*, p. 29.

(8) Voir l'historien byzantin Anne Comnène, édit. de Bonn, t 1, p. 336.

croit que cette troupe dace était composée des Valaques qui habitaient au nord du Danube (1).

Les témoignages de l'histoire nous apprennent encore que les soldats daces gardèrent leurs enseignes et leurs armes, et que leurs chefs continuèrent à leur donner les ordres dans la langue de la patrie. Le dragon volant des Daces que l'on voit, sur la colonne Trajane, reculer devant les aigles romaines courut désormais avec elles à la victoire et, encore au IIIe siècle, il apparaît sur des monnaies de la province dace (2). Le cimeterre des soldats de Décébale n'a point fait place à l'épée du légionnaire et, depuis la conquête de la Dacie, on en trouve l'usage répandu dans tout l'empire romain. Il est gravé sur la tombe d'un tribun de cohorte dace, récemment exhumée en Angleterre (3).

Un mot sur l'évaluation numérique des Daces dans la nouvelle province romaine. Il est difficile assurément de fournir un dénombrement exact, mais certains faits rapportés par les historiens permettent d'affirmer que l'élément indigène en Dacie ne cessa jamais d'être prépondérant. Ainsi, Dion Cassius rapporte que, sous l'empereur Commode, le lieutenant Sabinianus transplanta hors de la Dacie douze mille Daces peu soumis et menaçant de faire une résistance sérieuse aux progrès de l'empire (4).

Nous savons aussi par le même Dion (5) qu'à l'arrivée de Trajan, plusieurs peuplades s'étaient alliées aux Romains pour secouer le joug trop pesant que leur avait imposé Décébale. Comme le remarque très justement M. Xénopol, «ces peuplades, quoiqu'elles ne fussent pas précisément daces, et qu'elles aient été englobées dans l'État dace à la suite d'une conquête, n'en étaient pas moins affiliées à la nation dominante, de sorte qu'elles représentaient tout aussi bien

(1) Roesler, *Romänische Studien*, p. 84.
(2) Jung, *Römer und Romänen in den Donaulandern*, p. 104.
(3) *Ibid.*, p. 48.
(4) LXXII, 3. Cfr Strabon, III, 10 et Orelli, *Inscript.*, n. 750.
(5) LXVIII, 11.

que celle-ci l'élément dace (1). » De ce chef encore, il y avait, sous la domination romaine, un fort contingent de peuples indigènes.

Enfin Ptolémée, qui décrit la géographie de la Dacie du temps de l'empire, énumère quinze tribus et trente-sept villes daces (2). En supposant même avec M. Tocilescu (3), — et cette hypothèse semble devoir être admise, — que Ptolémée ait copié dans cette énumération de tribus un auteur antérieur, et qu'il faille en réduire le nombre à cinq, il reste toutefois un fondement solide pour affirmer que le fonds dace du nouveau peuple daco-romain était demeuré très important.

S'il est permis d'affirmer avec Eutrope qu'un nombre infini de colons italiques vint envahir la Dacie, il est impossible de nier l'importance numérique de la population qu'ils s'assimilèrent.

Nous avons insisté assez longuement sur l'œuvre de la civilisation romaine en Dacie. Il le fallait pour saisir l'action des divers facteurs ethnographiques qui sont entrés dans la composition de la nationalité roumaine, et surtout pour fournir une réponse péremptoire aux objections soulevées par de récents écrivains contre la théorie ethnographique de l'origine daco-romaine des Roumains, dont l'examen détaillé nous occupera plus tard.

A un autre point de vue, l'art unique déployé par les Romains dans la colonisation de la Dacie est bien digne d'admiration. Il peut et doit servir de modèle à tous les vainqueurs soucieux de fonder à l'abri du temps un système de colonies chez des peuples ennemis ou domptés à moitié. En disposant leurs établissements dans l'ordre que nous avons indiqué, et surtout en favorisant une assimila-

(1) *Les Roumains au moyen âge*, p. 26.
(2) *Geographiæ libri octo*, III, 8.
(3) *Dacia inainte de Romani*, p. 72.

tion complète, les colons de Trajan ôtaient aux premiers possesseurs du sol la possibilité et même le désir de récupérer l'ancien état de choses. Pour nous permettre une allusion d'histoire contemporaine, ne peut-on se demander si les Français en Algérie et dans leurs autres colonies, si les Anglais dans l'Inde ont été plus ou moins sages que les Romains en Dacie ?

Il est certain que dans ce dernier pays les résultats furent rapides et irrésistibles. En se portant au cœur des montagnes, les vainqueurs coupèrent par lambeaux le corps de la nation et la mirent dans l'impossibilité de réunir jamais ses tronçons. Une seule chose restait à faire aux Daces : se jeter dans les bras du vainqueur. Ils choisirent ce parti et bien leur en prit, car cette fois l'embrassement du rival ne les étouffa point. Si la victoire de Trajan eut pour conséquence la transformation ethnique du peuple dace, elle ne parvint pas à le rayer de l'histoire. Sans doute, le nom changea et le Dace devint le Roumain ; l'idiome se perdit, et les rives du Danube, où un siècle auparavant Ovide se lamentait de rester incompris, entendirent résonner la vieille langue du Latium. En un mot, si l'occupation romaine transforma complètement le peuple dace, en échange le Romain donna au Dace renouvelé par l'infusion de son sang le caractère essentiel sur lequel devait reposer l'idée de la nationalité future.

En outre, ces mêmes chaînes si savamment scellées pour relier le sol de la Dacie à l'empire romain devinrent à travers les siècles l'infranchissable barrière qui sauva le peuple roumain des invasions barbares. Jetez un coup d'œil sur la carte des régions danubiennes : la Roumanie, ou l'ancienne Dacie, se prolonge au delà des Carpathes dans l'immense vallée du Danube. Or, la vallée du Danube, n'est-ce pas la voie ouverte à tous les envahisseurs, la route naturelle d'Asie en Europe, le lit creusé aux torrents de toutes les immigrations ? Songez-y. Que va devenir le peuple établi sur les deux rives du fleuve ?

Mais le flot montant va le submerger, la vivante marée aura bien vite fait de le balayer et d'effacer sa trace.

Il en serait peut-être advenu ainsi sans la leçon de haute stratégie donnée aux Roumains par leurs anciens maîtres. Maintenant laissez passer les barbares. Réfugiée dans les replis des défilés que les forteresses romaines rendent inexpugnables, la population daco-romaine s'abrite et respire en paix. Vainement les invasions succéderont aux invasions ; elles n'extirperont pas ce débris de peuple représentant de la civilisation antique. Voilà comment les langues diverses, le flux et le reflux des races étrangères, les débordements de nations qui se sont suivis sans intervalles jusqu'à nos jours, Goths, Avares, Gépides, Huns, Bulgares, Tatars, Magyars, Albanais, Turcs, Russes et Autrichiens, n'ont pu abolir dans l'idiome et la race des Roumains la première empreinte romaine. Elle survit à tout, rien n'a pu l'effacer; pas plus que les flots du Danube, en roulant jour et nuit depuis dix-sept siècles, n'ont pu jusqu'ici emporter les piles du pont de Trajan ; dès que les eaux sont basses, on en voit surgir les poutres silicifiées entre les villages de Falistan et de Turnu-Severin (1).

Ce coup d'œil rapide, jeté sur l'histoire des Daces pendant la période romaine, mène donc à cette conclusion que les Roumains doivent être considérés comme le résultat ethnique d'un mélange des anciens Gètes ou Daces avec les colons venus dans la région danubienne à la suite de la conquête de Trajan.

Telle est du moins la forme sommaire qu'a prise l'ethnogénie roumaine dans la masse de la population moldo-valaque. Plus que jamais aujourd'hui le peuple roumain caresse un nom et prétend le conserver, celui de *Romains d'Orient*. D'autres ont pu lui donner diverses appellations, mais lui s'appelle *Romënu* ; sa langue, c'est la *romënie* ;

(1) Cfr E. Quinet dans *Revue des deux mondes*, 1856, t. I, p. 391.

son pays, la *tiéra*, *tséara romënésca*. Demandez au paysan roumain : « A quelle nationalité appartenez-vous ? » et vous entendrez encore résonner la fière parole « *Civis romanus sum* », dans son exacte traduction : « *Eu sëm Romënu.* » Jusque chez les Valaques du Pinde, chez les Zinzares, depuis si longtemps séparés du rameau principal de la race, ce nom de *Romënu* est populaire, bien qu'en certaines localités il se soit altéré en *Armani* (pluriel) et *Armëng* (1).

Du reste, et c'est naturel, ces patriotiques idées sont entretenues par l'enseignement. Voici comment dans son histoire roumaine, à l'usage des écoles primaires des deux sexes (2), M. A. D. Xénopol expose la formation première de son peuple : « Les Daces, en se mêlant avec les Romains, commencèrent à parler une langue latine, de façon à créer une langue nouvelle et un peuple nouveau qui fut le peuple roumain (3). »

Chose étrange, c'est surtout dans les montagnes que se rencontrent les patriotes dévoués à l'idée de la nationalité roumaine. « Les montagnards sont, entre tous, les Roumains les plus ardents et les plus convaincus (4). » « Les paysans des Carpathes, dit encore M. de Rosny, même les plus pauvres et les plus illettrés, professent tous un véritable culte pour cette idée qui domine et dirige tout le mouvement intellectuel et civilisateur des Romains d'Orient, l'idée suivant laquelle il est impossible que les héritiers du grand nom de l'empire des Césars ne soient pas appelés un jour à de hautes et brillantes destinées (5).

(1) Cfr Diefenbach, *Völkerkunde Osteuropas*, t. I, pp. 226, 227. M. Max Müller fait donc erreur quand il croit que ce terme d'*Armeng* diffère de *Rum*, dans son ouvrage *On the languages of the seat of war in the East* p. 55.

(2) *Istoria Românilor pentru clasele primare de ambele-sexe.*

(3) 6e édit., Bucharest, 1885, p. 14. *Dacii, amestecându se cu Romanii, au inceput a vorbi limba latineasce, schimbând cu încetul formele vorbirei, astfel ca au dat nascere unei noue limbi si unui nou popol, cel Românesc.*

(4) *Les Romains d'Orient*, p. 10.

(5) *Ibid.*, p. 9.

Ce côté populaire et cette réalité du sentiment national en Roumanie font bien voir qu'il ne s'agit nullement d'une théorie patronnée par quelque académie ou par des savants intéressés, et que nous ne sommes pas en présence de théories fabriquées de toutes pièces dans quelque cabinet d'ethnographe. Non, il s'agit d'une idée qui s'est infiltrée dans l'âme d'une population entière. Un Moldave ou un Valaque est intimement convaincu qu'il appartient à un groupe ethnique autonome, en tout distinct des races qui l'entourent. Et cette idée qui passionne ces millions d'hommes qui se disent descendants des Daces et des vétérans romains, cette idée qui évoque les souvenirs historiques de la métropole des Césars, qui ressuscite la Rome antique sur les bords du Danube et fait vibrer la lyre d'Ovide dans les marais de la Dobroudja, cette idée est de celles qui donnent une âme à un peuple et sont l'imprescriptible garantie de sa vitalité.

M. Léon de Rosny, nous l'avons déjà dit, a pu constater dans un récent voyage parmi les populations danubiennes combien le sentiment de l'unité nationale en Roumanie est cultivé partout avec passion. Citons encore ce passage caractéristique : « Pendant mon séjour dans les montagnes qui environnent la région de Campulung, j'ai maintes fois constaté combien les cœurs battaient à l'unisson dès qu'on prononçait le nom talismanique de l'empereur Trajan. Jamais écho, sur les roches abruptes des montagnes, n'a répercuté plus sonore un nom magique, et jamais, en l'entendant résonner, des regards humains ne se sont illuminés de plus de feux pour exprimer la plus sainte et la plus solennelle des revendications (1). »

Mais il est temps de rechercher sur quelles preuves scientifiques reposent les traditions nationales des Roumains. Ne seraient-ce pas de ces légendes où l'amour-

(1) *Les Romains d'Orient*, p. 10.

propre d'un peuple a plus de part que la réalité ? Cette question demande un examen approfondi et une solution rationnelle. Car, à notre sens, malgré l'opinion contraire de M. de Rosny (1), le sentiment qu'un peuple nourrit de son avenir social, de sa situation politique et de ses intérêts ne saurait fournir à l'ethnographe un criterium suffisant pour marquer à ce peuple sa place précise dans le groupement des sociétés humaines.

Du reste, la science ne dément en rien les prétentions des Romains d'Orient, et elle justifie la légitime sympathie que les nations latines doivent avoir pour les glorieux vaincus de la colonne Trajane, ressuscités sous un nom nouveau. L'archéologie et la philologie comparée donnent une solennelle consécration à l'opinion populaire que nous avons exposée de l'ethnogénie roumaine.

C'est cette démonstration que nous allons essayer de fournir aussi brièvement que possible, en commençant par l'argument linguistique.

Tous les grands philologues de notre temps, Diez en Allemagne, Fauriel et Ampère en France, s'accordent à placer la langue parlée par le peuple roumain dans la famille latine. « Au sud-est de l'Europe, écrit Diez, sur les deux rives du bas Danube, une nombreuse population parle une langue dont la construction grammaticale aussi bien que la composition lexicologique indique une origine latine. Quelque mêlée que semble cette langue, le valaque, nous ne pouvons lui refuser une place parmi les langues romanes, en considération de son rang extérieur (puisqu'elle est la langue officielle, liturgique et littéraire de la contrée où elle se parle) et aussi des traits archaïques qu'elle a conservés (2). »

Ainsi donc, indépendamment de tout autre témoignage, quand même les historiens n'eussent rien dit de la multitude des laboureurs italiques transplantés en Dacie, quand

(1) *Les Populations danubiennes*, pp. 8-13.
(2) *Grammaire des langues romanes*, t. II, p. 124.

même la colonne Trajane ne se dresserait pas à Rome, la langue des Moldo-Valaques prouverait à elle seule que la Roumanie a commencé par une immigration latine. Nous n'avons pas même besoin, pour aboutir à cette conclusion, de savoir que, sous l'empereur Constance, l'évêque Fortunatien d'Aquilée écrivit un commentaire des Évangiles en langue rustique, λόγῳ ἀγροίκῳ (1), ni qu'au VIe siècle on s'interpellait dans les armées roumaines par le fameux *torna, torna, fratre* (2). L'idiome roumain, tel qu'il se parle aujourd'hui, s'accuse sans contestation possible comme un frère légitime du français et des idiomes romans de l'Europe méridionale.

Voici quelle est la proportion des mots d'origine latine dans le vocabulaire. M. de Cihac l'évalue à un cinquième, et il donne deux cinquièmes à l'élément slave et deux autres cinquièmes pour les termes étrangers, germaniques, grecs, magyars, albanais, turcs, etc. (3). D'après M. Morfill, cette appréciation serait fort modérée et de nature à donner satisfaction au parti fanatique et pseudo-patriotique qui veut voir du latin partout (4). C'est ainsi que cet écrivain traite en particulier les recommandables essais de M. Hasden. Mais M. Diez, autorité non moins respectable que MM. de Cihac et Morfill, va jusqu'à accorder qu'en roumain la moitié des éléments est restée latine (5).

Ces calculs sont souvent effectués d'après une autre base. On a constaté que, pour la lettre B du dictionnaire

(1) *Fortunatianus, Aquileiensis episcopus, imperante Constantio, in evangelia titulis ordinatis breves et rustico sermone scripsit commentarios.* Ce fait est rapporté par S. Jérôme, *De viris illust.*, c. 47, t. II, p. 492, ed. Veron., 1735.

(2) Nous avons dit, dans la première partie de ces études, en quelles circonstances ces paroles furent prononcées. Ici nous ferons remarquer seulement que, dans le roumain actuel, *fratre* est devenue *frate* et que *tornare* n'a gardé qu'en macédo-valaque le sens de se retourner. Cfr. Diefenbach, *Völkerkunde Osteuropas*, t. I, p. 230.

(3) *Dictionnaire d'étymologie daco-romane.*

(4) ACADEMY, t. I de 1880, p. 11.

(5) *Grammaire des langues romanes*, t. I, p. 126.

valaque publié à Ofen en 1825 par Pierre Major, il n'y a pas plus de quarante-deux mots latins contre cent cinq étrangers (1). Néanmoins cette remarque de M. Max Müller est corrigée par Diez, qui fait observer que dans les autres lettres la disproportion n'est pas si forte (2).

D'autres auteurs fournissent des statistiques plus favorables au latin. Ainsi, M. Ubicini prétend qu'il y a en roumain six dixièmes de mots dérivés du latin ou des langues autochtones de l'Italie, et deux dixièmes de mots slaves; le reste est du grec, du hongrois et du turc (3). M. Vaillant va jusqu'à réduire à un dixième les mots étrangers au latin (4), et M. de Rosny assure que si l'on recommençait de nos jours cette statistique, avec les données philologiques et les méthodes comparatives plus parfaites que nous possédons, elle établirait certainement que le latin entre pour près de huit dixièmes dans la langue valaque actuelle (5).

Quoi qu'il en soit du nombre des mots latins, ils se présentent en quantité suffisante pour que la provenance latine du roumain puisse être affirmée. Citons quelques exemples.

Les noms de nombre, si caractéristiques pour la physionomie d'une langue, sont du plus pur latin : *unu*, *doi*, *trei*, *patru* (qu'on se rappelle en roumain l'échange de *p* et de *q*), *cinci*, *shese*, *shepte*, *optu*, *noë*, *zece* (6).

Une preuve fort intéressante est celle qui se tire des termes relatifs à l'agriculture, parce qu'ils prouvent du même coup le fait de la colonisation des Daces par les Romains.

(1) *On the languages of the Seat of War in the East*, p. 44.

(2) *Op. cit.*, p. 127.

(3) Dans son *Aperçu historique sur la langue roumaine*, qui sert d'introduction à la *Grammaire de la langue roumaine* de V. Mircesco, p. XVIII.

(4) *La Roumanie*, t. III, p. 112.

(5) *Les Populations danubiennes*, p. 183. — Voir sur toute cette question J. Goldis, *Die Latinität der romänischen Sprache*, et l'analyse de cet ouvrage par V. Maniu, *Zur Geschichtsforschung der Rumänen*, pp. 81-89.

(6) Diefenbach, *Völkerkunde Osteuropas*, p. 236.

Roumain.	Latin.	Sens des mots.
Arar,	*arare*,	*labourer*,
arie,	*area*,	*aire*,
falce.	*falx*,	*mesure agraire* (1)
ogor,	*ager*,	*champ*,
grau,	*granum*,	*blé*,
orz.	*hordeum*,	*orge*,
sacara,	*secale*,	*seigle*,
moera,	*mola*.	*moulin*,
jug,	*jugum*,	*joug*,
vitza,	*vitis*,	*vigne*,
vin,	*vinum*,	*vin*,
poama,	*pomum*,	*raisin*.
must,	*mustum*,	*moût*,
aua,	*uva*,	*grappe* (2).

Très curieuse aussi, à notre point de vue, est la nomenclature des mois et des jours de la semaine. Ces derniers sont absolument les mêmes que dans nos langues romanes. Les noms officiels des mois sont : *Ianuarie*, *Fevruarie*, *Martie*, *Aprilie*, *Maiu*, *Iunie*, *Iulie*, *Augustu*, *Septemvrie*, *Octomvrie*, *Noemvrie*, *Dechemvrie*. Mais les noms populaires méritent davantage de fixer l'attention : *Calendar*, *Faurar*, *Marziciar*, *Priar* (ces trois derniers termes sont des altérations du terme scientifique), *Florar* (mai, mois des fleurs), *Cereshar* (juin, mois des cerises), *Cuptor* (c'est-à-dire *Coctor*, le cuisant !); septembre, c'est le mois qui donne des rhumes, *Rapciune*, de *rapciuga* « rhume de cerveau ». Au lieu de décembre, le peuple dit *Andrea*, *Indrea*, *Undra*, à cause de la fête de saint André, qui tombe le 30 novembre (3).

L'étude de plusieurs termes relatifs à la religion, tout en accusant le caractère foncièrement latin de l'idiome

(1) Comme on le voit, le sens dévie parfois en roumain de la signification primitive du mot en latin. La *falce* est une mesure de deux hectares.

(2) Les éléments de ce tableau sont empruntés à M. Xénopol, *Les Roumains au moyen âge*, p. 102.

(3) Voir Dicfenbach, *Völkerkunde Osteuropas*, p. 260 ; Fréd. Damé, *Annuaire de Roumanie*, p. 53.

des Roumains, relève un autre fait intéressant : celui de la conversion des Daco-Romains au christianisme dès les premiers temps de l'occupation romaine. A la suite des colons, l'Église avait envoyé ses zélés missionnaires. Aussi Tertullien, qui écrit sous Septime Sévère (193-211), cite les Daces parmi les nations où règne le nom de Jésus-Christ (1). Mais, lors même que ce témoignage explicite manquerait, il resterait la preuve linguistique qui est des plus frappantes (2).

Citons d'abord le mot *lege* qui a le sens exact de loi divine, que lui attribuent si souvent les Pères de l'Église. Si les Macédo-Valaques disent *fede* pour désigner la même idée, on voit que le terme est encore emprunté au vocabulaire ecclésiastique. L'expression si chrétienne de *Dominus Deus*, que l'italien et le provençal ont gardée sous les formes de *Domeneddio*, *Dominidieus*, est devenue en roumain *Dumnedzeu*. Dans les mots *sant*, *sent* (cfr *Sente-Merie)*, on reconnaît aisément le latin *sanctus*. L'adoration, dont la génuflexion est, dans l'Église romaine, le principal symbole, s'exprime en roumain par le verbe *ingenunkiu*, qui correspond sans doute à une forme de basse latinité, *ingenuclo*. Le mot *blastem* vient de *blasphemare*, et *pekat* de *peccatum*.

Ce sont encore des mots évidemment latins que les termes *botez* (3), *pegîn*, *kruche*, *azun* (4), *preôt*, *predikator*, *crestin* (5), *înger* (6), *tîmpla* et *altar*, signifiant respective-

(1) *Contra Judæos*, 7.

(2) Les exemples que nous allons donner sont empruntés à MM. Tomaschek, *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, pp. 53-55 et Xénopol, *Les Roumains au moyen âge*, p. 62.

(3) Cfr *Sentul Zoan Botezetor*. M. de Cihac objecte que *botez* vient du grec βαπτίζω. Cette objection tombe devant le fait que les mots grecs commençant par β qui ont passé en roumain ont changé le β en *v*, par exemple *vâpsea*, couleur, de βάπτω ; *varvar*, de βάρβαρος. (Tomaschek, *Op. cit.*, p. 53 ; Xénopol, *Op. cit.*, p. 180).

(4) Avec un *a* prosthétique.

(5) *Crestin* dérive du bas-latin *chrestianus*, et non du grec χριστιανός.

(6) Que *înger* se rattache à *angelus*, le terme latin, c'est ce que prouvent

ment baptiser, païen, croix, jeûne, prêtre, prédicateur, chrétien, ange, temple et autel, et identiques aux mots latins *baptizare*, *paganus*, *crux*, *jejunium*, *presbyter*, *christianus*, *angelus*, *templum* et *altare*.

Relevons encore comme très saillants *cine domnului*, c'est-à-dire la *Cœna Domini ;* le verbe *kuminek* (latin *communicare)* qui veut dire communier ; le nom du carême *pereasimi*, du latin *quadragesima* (1), et enfin le terme *besearika* qui signifie église et qui vient non pas du grec βασιλική, mais du latin *basilica*, en langue vulgaire *baselica*, comme le prouvent les inscriptions (2). Du reste, le terme latin *basilica* était depuis longtemps usité dans la langue latine. On le voit par les nombreuses basiliques connues de l'ancienne Rome, *Basilica Antoniana*, *Martiana*, *Alexandriana*, *Sempronia*, *Porcia*, *Julia*, etc.

Enfin citons comme très curieuse la finale de l'oraison dominicale, telle que la faisaient les Roumains du ve siècle : « *Et nu ne ducere in tentatione*, *ci ne mantuesce de quela reu* » (3).

Il ne serait pas difficile de prolonger encore pendant plusieurs pages cette comparaison du roumain et du latin. Mais ce que nous avons dit suffit pleinement à notre but,

deux autres mots roumains, les noms propres *Anghel* et *Archangel* qui eux dérivent du grec ἄγγελος.

(1) La dérivation devient transparente, si l'on se rappelle la permutation de *p* et de *q*. Du reste, les Roumains de l'Istrie disent *kurizme*, qui ressemble de tous points à l'italien *quaresima* et au provençal *caresma*.

(2) M. Paul Hunfalvy, *Die Rumänen und ihre Ansprüche*, p. 211, prétend que, dans les langues romanes, le nom de l'église dérive partout du latin *ecclesia*. Il en conclut que *bezearika* avait une origine grecque, le mot βασιλική. Cette assertion croule par la base, car MM. Tomaschek, *Op. cit.*, p. 54 et Xénopol. *Op. cit.*, p. 180, nous apprennent que *baseilgia* est en usage dans le dialecte romanche des Grisons, chez les Ladins de l'Engadine, qui assurément n'ont jamais été en contact avec les descendants de Thémistocle.

(3) *Archiva a'binei Romanesci*, mai 1845, n. 9. Le mot *mantuesce* vient du latin *manutueri*, *manstutor*, et dans Plaute ce dernier mot signifie « qui délivre. »

et nous sommes en droit de l'affirmer sur les preuves produites, il a fallu, pour expliquer cette rapide et profonde propagation de la langue latine en Dacie, au point d'avoir anéanti l'idiome indigène, qu'un noyau de population romaine fût solidement implanté dans le sol de la Dacie. Du reste, une conclusion analogue s'impose en ce qui concerne même les autres éléments, si nombreux pourtant et plus considérables que le latin. En somme, les Slaves, les Grecs, les Turcs, les Albanais, les Magyars n'ont dû se répandre que comme des alluvions tardives, puisque nulle part ils n'ont affecté le fond de la langue, mais seulement son vocabulaire, c'est-à-dire sa partie variable et extérieure.

Une autre considération est très propre à faire saisir sur le vif combien fut profonde l'influence romaine dans les régions danubiennes. C'est celle du court espace de temps qui suffit à leur romanisation. Les colonies italiques en Dacie furent fondées par Trajan en l'année 105 de notre ère, et c'est en 274 que l'empereur Aurélien abandonna aux barbares la rive gauche du Danube. Voilà un intervalle parfaitement défini Depuis Aurélien, les légions romaines n'ont pour ainsi dire plus reparu au delà du fleuve, et la société daco-romaine, entrée dans le monde romain au commencement du IIe siècle, s'en trouve irrévocablement séparée au IIIe pour demeurer jusqu'au XIIe un îlot perdu au sein d'un océan de barbarie. C'est donc bien dans l'intervalle de 105 à 274 que le roumain s'est formé et détaché du latin. Il faut l'avouer, pour produire pareil résultat en un siècle et demi, l'influence romaine en Dacie dut être singulièrement absorbante.

Si nous descendons aux caractères particuliers de l'idiome roumain, nous trouvons d'intéressants détails à relever. Plus que toute autre langue romane, le roumain abonde en inflexions, en locutions déjà surannées au temps d'Auguste. Citons quelques exemples. On sait qu'avant le développement littéraire de leur langue, les Latins

supprimaient la consonne finale des noms en *us*. Allez en Roumanie, vous y retrouverez le *lupu*, l'*ursu*, l'*albu*, des vieux poètes Ennius et Nævius. On tient de Varron que les anciens Sabins substituaient l'*h* à l'*f*. N'est-ce pas ainsi que les Transylvains disent *hiera* pour *fera*, *hieru*, pour *ferrum ?* Dans l'osque, le *q* était souvent *p*, et nous avons maintes fois déjà signalé ce phénomène en roumain. D'après Quintilien, les anciens Romains hésitaient souvent entre l'*e* et l'*i* : ils disaient *intellego*, *sibe*, comme le Roumain aujourd'hui dit *intzelegu*, *sie*.

Avant de passer à l'argument de la tradition, nous devons résoudre une objection qui a pu surgir dans l'esprit du lecteur. N'est-ce point exagérer la valeur de l'argument linguistique que d'établir avec tant d'insistance cette filiation de l'idiome roumain ? Sa provenance du latin n'est-elle pas d'ailleurs un fait évident ?

Cette difficulté prend sa source dans une supposition inexacte. Le caractère latin de la langue moldo-valaque n'a pas toujours été reconnu avec cette évidence, et l'on peut dire que cette constatation a été une véritable conquête de la science. Même en ce siècle, plusieurs érudits hésitent encore. Il n'est pas question du valaque comme langue romane dans l'œuvre monumentale de Bopp, et Rapp cherche à le détacher de la famille romane (1).

C'est que le roumain n'a pas eu les brillantes destinées littéraires des langues de l'Occident. S'il s'est conservé jusqu'à nos jours, ç'a été sans le secours d'aucun monument. Partout ailleurs des génies inspirés, à des époques de repos et de grandeur, ont prêté leur appui à des idiomes populaires, les ont empêchés de se déformer, les ont épurés, ennoblis et leur ont donné de bonne heure la consistance de l'art. Ici rien de semblable : une nuit de

(1) *Grammaire*, t. II, p. 157. Cfr Diez, *Grammaire des langues romanes*, t. I, p. 124 et de Rosny, *Les Populations danubiennes*, p. 183.

quinze siècles, ou plutôt une lutte sans trêve. Loin que le roumain ait pu écrire, il faut s'étonner qu'il ait continué de vivre.

Et puis, sous quelle forme le roumain a-t-il vécu ? Nous touchons ici à la véritable raison qui a fait si longtemps méconnaître le caractère propre du moldo-valaque. Dès le xe siècle, les Slavons imposèrent aux peuples du Danube leur système d'écriture, c'est-à-dire l'alphabet cyrillien ou glagolitique (1). Cette substitution fut une œuvre de protestation religieuse, plus passionnée que justifiée, contre la cour de Rome. Elle eut un effet déplorable. Les anciens manuscrits en lettres latines furent impitoyablement livrés aux flammes. En outre, l'alphabet cyrillien, tout à fait impropre à la notation de la langue roumaine, en défigurait le phonétisme (2). Il eût été peut-être moins funeste pour les anciens Moldo-Valaques de ne pas savoir lire que d'avoir appris à lire avec les lettres slavonnes. Celles-ci n'ont servi qu'à voiler aux Roumains eux-mêmes le génie indigène de leur propre langue. Et vraiment, comment retrouver du roumain sous ce vêtement russe et slovaque ? Montrez à un Français, à un Italien, à un Espagnol, une page de pur roumain écrite avec les trente-huit lettres de l'alphabet glagolitique, jamais il ne pourra retrouver sous ce grimoire une langue apparentée à la sienne. Rien d'étonnant, à ce compte son idiome maternel lui semblerait barbare. Demandons-nous ce que serait devenu l'espagnol s'il eût dû vivre déguisé sous des caractères arabes ? Cette enveloppe mauresque ne l'eût-elle pas pour longtemps séparé de la famille latine ? Peut-être aujourd'hui même,

(1) L'alphabet cyrillien est attribué à saint Constantin le Philosophe, surnommé Cyrille, le grand apôtre des Slaves. C'est le plus ancien alphabet connu chez les Slaves ; il comprenait 38 lettres parmi lesquelles 24 sont empruntées à l'écriture grecque, les autres à l'hébreu et à l'arabe. Il fut inventé parce que l'alphabet latin ne fournit pas assez de signes pour rendre tous les sons slaves.

(2) Il renferme, par exemple, plusieurs signes superflus pour la notation des mots roumains.

jugé sur de telles apparences, l'espagnol passerait-il aux yeux d'un grand nombre pour une langue africaine?

N'en doutons pas, ce fut là la barrière artificielle qui arrêta la reconnaissance du vrai caractère de l'idiome roumain. Tous les philologues sont d'accord sur ce point. Et remarquons-le, cet obstacle ne se dressait pas seulement devant des savants étrangers à la nationalité roumaine. Voici l'aveu explicite que faisait au commencement de ce siècle, en 1825, un Roumain de Transylvanie : « Ils ont recouvert d'une si laide suie les nobles formes romaines qu'elles sont ensevelies sans espoir de salut. Que de fois, quand je commençais à écrire avec des lettres latines, je voyais soudainement apparaître devant moi la figure antique! Elle brillait de tout son éclat et semblait me sourire de ce que je l'avais débarrassée de vils haillons (1). »

Voilà comment, lorsque en ce siècle commença la rénovation politique de la Roumanie, tout se trouvait à faire pour la langue. On se hâta de revenir à l'écriture latine (2), et des hommes dévoués à la régénération nationale, Major en Transylvanie, Asaky en Moldavie, Lazare et Héliade en Valachie, se mirent courageusement à l'œuvre pour accomplir la restauration de l'idiome roumain. Ils avaient à résoudre un problème unique de nos jours, il s'agissait de faire passer une langue vulgaire, populaire, au rang de langue littéraire et écrite. Ce que Dante avait accompli pour l'italien au moyen âge et Luther pour l'allemand au XVIe siècle, il s'agissait de l'ébaucher au moins pour les Roumains du XIXe. En un mot, retrouver sous les alluvions étrangères la langue nationale qui n'était plus parlée que dans les campagnes, telle était la question.

(1) Pierre Major, *Dialogu pentru inceputul linbel Romana*, p. 72.

(2) Malheureusement on oublia de se mettre préalablement d'accord sur le mode de transcription. Voilà pourquoi, malgré de louables efforts, l'orthographe de la langue roumaine demeure vague et incertaine. Voir Damé, *Annuaire de Roumanie*, 1885, p. 56; de Rosny, *Les Romains d'Orient*, p. 88; Diez, *Grammaire des langues romanes*, t. I, p. 433-435.

Heureusement il restait, pour résoudre ce problème, deux sources importantes, une version roumaine de la Bible et le peuple des montagnes, qui, fidèle malgré toutes les vicissitudes aux traditions primitives, avait vu passer toutes les invasions sans laisser entamer son idiome.

Ce n'est pas que la version roumaine de la Bible date d'une si haute antiquité : le plus ancien manuscrit, trouvé naguère au couvent de Voronetz en Bukowine et qui renferme seulement les Évangiles, ne remonte pas au-delà du XIIIe siècle, comme le démontre l'étude qu'en a faite M. le professeur Sbiera, de l'université de Cernowitz.

Les autres traductions complètes de la Bible sont de beaucoup postérieures : la première en date est celle de 1574, qui se trouve consignée dans un manuscrit du musée britannique à Londres. L'autre a été faite en 1577 par le diacre Coressi.

Si donc la version roumaine de la Bible est un précieux élément pour la reconstitution littéraire, ce n'est pas, comme l'a cru M. Edgar Quinet, parce que cette traduction nationale a été faite de bonne heure, à des époques encore peu cultivées. M. Quinet a été abusé par son imagination quand il a « cru sentir que la langue encore nue des Carpathes se rapproche mieux que nos idiomes policés de la langue des évangélistes. » Il est encore inexact de dire, au cas présent, que les bergers sont meilleurs interprètes que les docteurs à des pêcheurs de la Galilée, et enfin M. Quinet aurait bien fait de ne point dire « qu'à certains égards le latin des Roumains lui semble plus ingénu ou plus voisin de sa source que le latin autorisé par les conciles (1). »

Néanmoins, malgré leur date relativement récente, les versions de la Bible sont un des plus précieux documents pour la renaissance de la langue roumaine ; car il est aisé de démontrer que ces versions représentent très fidèle-

(1) *Revue des deux mondes*, 1856, t. I, p. 403.

ment l'ancien idiome national, gardé pur de toute immixtion étrangère. En effet, on peut, d'étapes en étapes, faire remonter cette traduction jusqu'aux belles époques de la nationalité roumaine primitive. Voici comment (1).

On sait que, du temps des Romains, les évêques des villes de Mésie écrivaient et probablement aussi prêchaient en latin. En outre, on l'a vu plus haut, le christianisme s'était introduit en Roumanie dès l'époque romaine. A la preuve linguistique que nous avons fournie nous n'ajouterons qu'un mot. Le terme de *scriptura sfinta*, « écriture sainte », montre que les Roumains ont reçu les livres saints des Latins. De tous ces faits, il ressort encore une autre conclusion, c'est qu'à ces anciennes époques le culte se célébrait en latin vulgaire.

Cet état de choses se perpétua jusqu'au IXe ou au Xe siècle : mais alors l'introduction du rite bulgare chez les Roumains chassa la langue nationale de la liturgie. D'après une tradition concordante chez les Bulgares et les Roumains, les livres religieux de ces derniers, écrits en latin, furent livrés aux flammes. Mais il y eut une chose que l'oppression ne put livrer aux bûchers, ce fut la prière latino-roumaine sur les lèvres du peuple ; et quoique, dès le IXe siècle, le bulgare devînt l'idiome officiel et liturgique des Roumains, ceux-ci n'en gardèrent pas moins l'habitude, contractée avant la domination des Bulgares, de prier dans leur langue maternelle. Ainsi s'explique comment, à côté des livres slavons universellement répandus chez tous les Roumains du nord du Danube jusqu'au milieu du XVIIe siècle, il se perpétua aussi des livres de prières écrits en roumain (2).

(1) D'après une communication épistolaire que nous devons à la bienveillance de M. le Dr A. D. Xénopol, professeur à l'université de Jassy.

(2) C'est sous le règne de Basile le Loup en Moldavie et de Matthieu Basaraba en Valachie (1633-1654) que la langue roumaine fut réintroduite dans le culte public. La renaissance subit un arrêt pendant la domination des Phanariotes qui mirent le grec partout, excepté pourtant en Transylvanie.

C'est-à-dire que l'on constate une tradition non interrompue du IXe au XIIIe siècle de l'usage de la langue roumaine dans le culte. Et voilà comment les versions de la Bible, faites aux époques que nous avons indiquées, peuvent passer pour représenter très fidèlement l'idiome national conservé pendant de longs siècles d'oppression étrangère.

Une autre source vivante est le peuple lui-même. Aussi les écrivains roumains qui ont tenté la renaissance littéraire de leur langue n'ont-ils pas oublié de recueillir de la bouche du peuple les éléments fondamentaux de l'idiome qu'eux-mêmes avaient à moitié oubliés au contact des nations étrangères. C'est sous le toit de roseau du paysan, en entendant ses plaintes, ses *doïnas* ou ses chants, qu'ils ont retrouvé la véritable empreinte de la langue des ancêtres, non altérée, non défigurée par les néologismes qui l'ont complètement transformée dans les grands centres. S'il faut en croire M. de Rosny, « les vieux chants populaires transmis religieusement de père en fils par les montagnards des Carpathes, qu'on a considérés à juste titre comme les véritables bardes de la nouvelle Dacie », doivent figurer, et non sans mérite, au point de départ de la littérature renaissante de la Roumanie (1).

N'est-ce pas en puisant à cette source que le poète roumain Basile Alecsandri a pu retrouver plus de deux cents mots rabelaisiens qui sont oubliés en français et qui persistent en roumain? N'est-ce pas dans la littérature populaire que le même écrivain a cherché ses premières inspirations et qu'il a trouvé de quoi devenir lui-même l'une des plus remarquables figures du Parnasse roumain moderne (2)?

(1) *Les Populations danubiennes*, p. 186.

(2) Voir de Rosny, *Les Romains d'Orient*, pp. 90, 94. — Sur toute cette question du développement de la langue roumaine au point de vue ethnographique, il faut lire le *Bulletin* publié par M. Xénopol dans la REVUE HISTORIQUE de Paris, mars-avril 1881, VIe année, t. XV, pp. 435 et suiv.

Il est aisé de comprendre maintenant pourquoi l'érudition contemporaine a salué à l'égal d'une conquête la reconnaissance du roumain comme dialecte roman, et pourquoi cette reconnaissance fondait un titre sérieux pour la nationalité roumaine. On le comprend mieux encore, quand on songe ce qu'il en a coûté à ce peuple pour faire disparaître de son idiome la couche slave qui s'était superposée, disons-le, comme une rouille, à la couche latine. En effet, le slave était pour lui l'ennemi, et, en Roumanie, l'on accuse ses adversaires politiques de se servir de lettres slavonnes, comme nous nous accuserions de porter la cocarde étrangère. Cette horreur du slave est bien excusable du reste pour le Roumain et justifiée par la guerre ridicule faite au dictionnaire par des généraux russes eux-mêmes, « remplaçant, dans les livres et les journaux, les mots les plus consacrés de la langue des ancêtres par des mots russes, comme on remplace une garnison affamée et prisonnière par une garnison ennemie (1). »

Dans ces conjonctures, ce qui n'est que philologie, érudition, délicatesse de goût, affaire de mots pour les autres, était pour les Roumains une œuvre de vie et de salut.

Toutefois, bien mieux encore que la langue, les traditions populaires et les usages du peuple moldo-valaque attestent une origine daco-latine. Il suffira pour la valeur de notre démonstration d'en citer quelques exemples (2).

Ainsi, en Moldavie, on répand encore des noix sur les pas des nouveaux mariés ; coutume romaine s'il en fut.

(1) Ces considérations sont développées avec beaucoup de verve par M. Edg. Quinet, *Revue des deux mondes*, 1856, t. I, pp. 405-408.

(2) Ceux de nos lecteurs qui voudraient entreprendre sur ce curieux sujet une étude plus approfondie peuvent consulter avec fruit : Sulzer, *Geschichte des transalpinischen Daciens*, 3 vol. Vienne, 1781. — Cantemir, *Operele complete*, 1872. Bucharest. — Derolich, *Land und Leute der Moldau und Wallachei*, Prague, 1859. — L. Stern, *Betrachtungen über die Bevölkerung in Rumänien*, Leipzig, 1870.

Elle s'est perdue là où elle avait pris naissance, mais les épithalames et les refrains de Catulle, *da nuces*, se retrouvent chez les moissonneurs des bords du Sereth et de la Bistritza.

Il y a encore une autre cérémonie des noces chez les paysans de la Roumanie qui est fort caractéristique. Le marié, après divers simulacres de luttes pour obtenir sa femme, doit finalement l'emporter dans la chambre nuptiale. On prétend que c'est un souvenir de l'enlèvement des Sabines (1).

Dans les funérailles, les femmes coupent leurs cheveux et en font des offrandes sur les tombeaux, comme au temps des Sabines.

C'est encore un usage tout romain, au dire des archéologues, que la danse nationale, dite des *calusari*, pratiquée surtout par les *mocâni* ou bergers de Transylvanie. « Cette danse, dit M. de Rosny, qui passe pour une réminiscence de l'enlèvement des Sabines, est tout d'abord exécutée par les hommes seuls, qui se livrent, au son cadencé de la musique, aux mouvements les plus fougueux et les plus désordonnés ; puis, sans qu'on s'y attende, la danse cesse brusquement, et les danseurs s'élancent sur les jeunes filles que la curiosité a réunies autour d'eux (2). »

Pour Sulzer (3) et Cantemir (4), ce nom de *Calusari* (5) rappelle celui des *Salii collini* ou prêtres saliens, et le nom du coryphée *watoff* ne serait pas autre chose que le latin *vates* (6).

Encore tout fier des anciens conquérants de sa patrie,

(1) J. Voïnescu, *Revue de l'Orient*, t. XV, p. 178.

(2) *Les Populations danubiennes*, p. 210.

(3) *Op. cit.*, t. II.

(4) *Op. cit.*

(5) Ce terme n'a pas d'orthographe fixe. Le dictionnaire de Cihac (t. II, p. 487) écrit *calusariu*, le dictionnaire d'Ofen *calushériu*. En Moldavie, on dit *kalutschäny* et en Hongrie *kaluser*.

(6) A moins que, d'après Miklosich, ce ne soit le slave *vatafu*, *vëtavu*. Cfr Diefenbach, *Völkerkunde Osteuropas*, t. II, p. 281.

le paysan valaque se dit descendu des patriciens de Rome. Comme nous l'avons déjà vu, il aime à parler de son père Trajan, auquel il attribue tout ce qu'il voit de grand dans son pays, non seulement les ruines de ponts, de forteresses et de chemins, mais jusqu'aux œuvres que d'autres peuples attribuent aux héros fabuleux, aux Roland, aux Fingal ou aux puissances divines et infernales. Maint défilé de montagne a été ouvert d'un coup du glaive de Trajan ; l'avalanche qui se détache des cimes, c'est le tonnerre de Trajan ; la voie lactée est son chemin (1). On ne saurait énumérer les nombreuses localités qui portent aujourd'hui encore le nom de pré, champ, route, montagne de Trajan. Il suffira de citer le *Pratul lui Traian*, c'est la plaine nommée Keresztes par les Hongrois en Transylvanie (2). D'après Neigebauer, il y a deux autres prés de Trajan ; l'un, *Pratul Traianului*, près de Varfalva (3), où se livra une bataille décisive contre Décébale ; l'autre, *Troja*, où, d'après la légende, Trajan aurait donné un grand festin à ses soldats (4). M. Ubicini parle du champ de Trajan, *Campul Trajanului* (5). On connaît une chaussée de Trajan, *Calea Traianului* (6), près de Rimnik, sur la rive droite de l'Alt, aux environs de Maros-Vasarhély (7). La route qui passe par la petite Valachie pour entrer en Transylvanie par le passage de la Tour Rouge et celle qui traverse la même région pour aboutir à Giali portent toutes deux le même nom de *Calea Traianului* (8). Enfin, non loin de

(1) Ubicini, *La Roumanie*, p. 207.

(2) Xénopol, *Les Roumains au moyen âge*, p. 143. Cf. Jung, *Die Romanischen Landschaften des röm. Reiches*, p. 379 ; Duruy, *Hist. des Romains*, t. IV, p. 256 et C. de la Berge, *Essai sur le règne de Trajan*, p. 49.

(3) *Dacien*, pp. 195, 199.

(4) *Ibid.*, p. 182.

(5) *La Roumanie*, p. 207.

(6) Neigebauer, *Dacien*, p. 120.

(7) Neigebauer, *Dacien*, pp. 247, 250.

(8) Xénopol, *Les Roumains au moyen âge*, p. 143.

Patresan, il y a la montagne de Trajan (1) et, dans la direction de Czernetz à Galatz et de là à Bender sur la mer Noire, le rempart de Trajan, *Valea Trajanului* (2). Que prouvent toutes ces dénominations, sinon que les traditions romaines s'implantaient en Dacie à l'égal de traditions populaires et nationales ?

MM. Diefenbach (3) et Jung (4) contestent cette conclusion, et mettent cette toponymie au compte de savants désireux de soutenir une théorie ethnographique faite d'avance. Sans entrer ici dans une discussion qui nous entraînerait trop loin, nous ferons seulement remarquer que ces traditions remontent en tout cas fort haut, et que dès le VIe siècle ces préoccupations ethnographiques se trahissent ; car Théophylacte, dans sa Guerre des Avares, parle de la chaussée de Trajan τρίβος λεγομένη Τραϊανοῦ, et, au Xe siècle, Constantin Porphyrogénète fait mention d'un pont de Trajan, ἡ τοῦ βασιλέως Τραϊανοῦ γέφυρα (5).

Les objections de MM. Diefenbach et Jung tombent d'ailleurs devant le fait que cette influence romaine ne se borne pas à quelques noms de localités. Il est un autre ordre de choses par lequel le peuple roumain d'aujourd'hui atteste qu'il fut longtemps tributaire des Latins, nous voulons parler des superstitions et des croyances populaires, où l'on retrouve un curieux mélange de vieilles divinités rurales, daces et romaines (6). Ce sont les *Zinélé*, fées moldaves, vierges immortelles qui donnent la beauté et qui ont remplacé Diane la chasseresse dont elles portent le nom *(Diana, Zana* (7), *Zinë) ;* les *Frumosèle*

(1) Neigebauer, *Op. cit.*, p. 182.
(2) Ubicini, *La Roumanie*, p. 199.
(3) *Völkerkunde Osteuropas*, pp. 261, 306.
(4) *Rœmer und Romänen in den Donauländern*, p. 259.
(5) Cité par Diefenbach, *Op. cit.*, p. 306.
(6) Cfr Schwicker, *Ueber die Herkunft der Rumänen*, dans AUSLAND, 1877.
(7) *Di* devient souvent *z*. Il suffit de citer διαβαλλω, en éolien ζαβαλλω, et *diabolus*, en bas-latin *zabulus*.

(*Frumoasèle*, c'est-à-dire « *formosæ*, les belles »), nymphes aériennes qui punissent par la fièvre ou la goutte les fiancés infidèles ; les *Miazanopte (Media nocte)*, les génies qui errent à minuit sous la forme changeante d'un animal ; la *Legatura* (latin *ligare*, lier), puissance magique qui empêche les loups de dévorer les troupeaux, et *Dislegatura* qui délie le charme.

Il y a bien plus encore. Bon nombre d'écrivains n'hésitent pas à affirmer que le type national du peuple daco-roumain et sa physionomie caractéristique se sont conservés jusqu'à nos jours dans toute leur pureté parmi les Roumains des campagnes. « Leurs cheveux noirs et longs, plantés jusqu'au milieu du front, dit M. Ubicini (1), leurs sourcils épais et bien arqués, leurs membres robustes rappellent les figures sculptées sur la colonne Trajane ou les captifs barbares dont les statues ornent l'arc de Constantin. »

« Cette ressemblance, ajoute M. Damé (2), est complétée par le costume. » S'il faut en croire M. Élisée Reclus (3), les caleçons du berger valaque rappellent la braie des Daces. Cette impression de frappante similitude est partagée par le chevalier Neigebauer (4), par M. Ubicini (5), Schott (6) et Frohener (7), dont nous résumons les descrip-

(1) *La Roumanie*, p. 203. — Voir aussi V. Maniu, *Zur Geschichtsforschung uber die Romänen*, pp. 75-81, qui s'appuie sur les données anthropologiques de Nicolucci, Fligier, Kopernitzki, Paget, Prichard. Dans son récent ouvrage, *Zur Rumänisch-Ungarischen Streitfrage*, pp. 1-16, M. Pic consacre à l'anthropologie roumaine quelques pages très instructives, résumant ses propres observations sur la pureté et la persistance des anciens types en Roumanie. Le beau type roumain est surtout conservé en Bukovine. La physionomie mêlée du Daco-Romain semble surtout accusée dans la partie méridionale de la Transylvanie, et enfin les Daces revivent au nord de la Transylvanie et en Bessarabie.

(2) *Annuaire de Roumanie*, 1885, p. 54.

(3) *Nouvelle Géographie universelle*, t. I, p. 259.

(4) *Dacien*, p. 83.

(5) *La Roumanie*, p. 203. Cfr Nicolas Costin, *Histoire de la Moldavie*, p. 303. (*Notices et extraits*, XI, 1827.)

(6) *Walachische Märchen*, p. 57.

(7) Froehner, *La Colonne Trajane*, pp. 40, 86, 87 et passim.

tions dans les traits suivants. Voyez un paysan des Carpathes, vous vous croyez encore au temps des empereurs romains. Les hommes y portent, l'été, un long pantalon, une tunique blanche allant jusqu'aux genoux et serrée par une ceinture, enfin des sandales attachées aux chevilles. Leur manteau drapé autour de l'épaule gauche rappelle la toge romaine. Sur la tête, le bonnet en peau d'agneau et garni de poils longs et frisés fait songer aux Daces πιλοφόροι ou *pileati* de Dion Cassius.

Ces détails qu'on pourrait aisément multiplier suffisent, comme nous voulions l'établir, à constater les traces profondes et inaltérées jusqu'à nos jours que les colons de Trajan laissèrent dans la langue et les souvenirs de la nation moldo-valaque et, par suite, à conclure à sa descendance daco-romaine.

Nous pourrions sans doute terminer ici notre essai d'ethnogénie roumaine, mais le lecteur instruit ne nous pardonnerait pas de lui laisser ignorer et encore moins de ne pas trancher une controverse importante qui s'est élevée parmi les savants au sujet de l'origine des Roumains.

En effet, si personne ne conteste que les Romains vinrent greffer sur les Daces des régions danubiennes une nationalité nouvelle, il y a toute une école d'ethnographes qui contestent que les Roumains d'aujourd'hui descendent en droite ligne des colons daco-romains. Car de 270 à 1200 l'histoire est muette sur les destinées des Roumains. Bien plus, des auteurs anciens attestent formellement que les colons romains quittèrent la Dacie Trajane sous le règne d'Aurélien ; les chroniques et les documents du moyen âge ne mentionnent jamais l'existence des Roumains dans la Dacie Trajane et, ceux-ci n'y étant revenus qu'au XIIIe siècle, est-il permis à l'ethnographie, en présence d'une si longue solution de continuité, de soutenir la provenance romaine des Maldo-Valaques ?

Voilà l'objection qu'il faut résoudre. Peut-on établir la

persistance de l'influence romaine depuis Aurélien jusqu'au XIIIe siècle, ou, en d'autres termes, est-il possible de démontrer qu'après l'évacuation de la Dacie par Aurélien, il resta au nord du Danube pendant le moyen âge assez de Daco-Roumains pour former ensuite le noyau de la nationalité roumaine ?

Cette controverse, depuis plus d'un siècle, passionne très vivement les esprits en Autriche et en Roumanie. C'est que le problème ne se pose pas uniquement sur le terrain scientifique, il a des conséquences politiques assez graves. Il s'agit de savoir si, en Transylvanie et dans une partie de la Hongrie, les Roumains qui forment un élément considérable de la population sont oui ou non antérieurs aux Hongrois, aux Szèkles et aux Allemands, et par conséquent de rechercher auquel de ces peuples s'applique le droit historique, *potior tempore*, *potior jure*. Pour les Roumains surtout, les solutions ont un côté très pratique, car c'est au nom de cet adage qu'ils revendiquent une plus grande somme de liberté politique de leurs heureux conquérants, Hongrois et Allemands.

Ce n'est pas toutefois sous cette face que nous envisagerons la question. Nous avons seulement à la traiter comme une objection très sérieuse à l'encontre des vues émises sur l'ethnogénie roumaine et que nous considérons comme la vérité historique. D'ailleurs, comme le dit M. Xénopol (1), « la question soulevée à l'origine dans une intention malveillante pour les Roumains prit avec le temps un caractère scientifique ; c'est ainsi surtout qu'elle est considérée de nos jours, où le droit historique ne saurait plus être invoqué pour justifier l'oppression de nos semblables. »

Inutile de dire que nous ne pouvons donner ici qu'un rapide résumé : les volumes et les brochures qui ont vu le jour à l'occasion de cette discussion se comptent

(1) *Les Roumains au moyen âge*, p. 4.

par centaines, et ici l'hyperbole des flots d'encre répandus devient presque l'expression de la réalité. Le lecteur qui voudrait approfondir le sujet trouvera de plus amples détails dans les sources bibliographiques que nous aurons soin d'indiquer (1).

J. Van den Gheyn, S. J.

(1) On peut toutefois se contenter de l'ouvrage de M. Xénopol déjà bien des fois cité. Le savant professeur de Jassy expose d'une manière complète le grand débat soulevé au sujet de la descendanee des Roumains, et nous semble avoir répondu d'une manière victorieuse aux principaux arguments de ses adversaires.

(La fin prochainement.)

LA VIE AU SEIN DES MERS

ET

LES POISSONS ABYSSAUX

On croyait autrefois que l'Océan n'avait pas de fond et que la vie y était limitée à la surface et aux rivages. C'est ainsi que Marsigli, dans son *Histoire de la mer*, décrivait au commencement du siècle dernier la Méditerranée comme un gouffre insondable.

Cependant cette opinion ne put prévaloir longtemps, et divers savants se proposèrent de déterminer, soit par l'expérience, soit par le calcul, la profondeur moyenne des mers. Buffon parle d'un auteur italien, dont il ne cite pas le nom, et d'après lequel l'Océan aurait une épaisseur de 230 toises, soit 440 mètres. Lacaille, aux travaux astronomiques duquel on attache un grand prix, accordait à la mer une profondeur moyenne de 300 à 500 mètres, tandis que Laplace pensait que cette profondeur moyenne était de 1000 mètres.

Young semble avoir été le premier qui ait cherché à tirer des déductions de la théorie des marées. Il attribua une profondeur de 5000 mètres aux eaux de l'Atlantique et 6000 à 7000 mètres à celles des mers du Sud. Arnot

Guyot, Airy, Franklin, Bache et bien d'autres exécutèrent aussi des calculs pour évaluer l'épaisseur de l'Océan.

Mais ce n'était évidemment qu'au moyen d'un nombre suffisant de sondages, exécutés dans toutes les mers du globe, qu'on pouvait arriver avec certitude à fixer leur profondeur. Aujourd'hui, d'après ce que nous ont appris les diverses expéditions scientifiques dont nous aurons à nous occuper tout à l'heure, nous savons qu'il n'y a aucun point situé plus bas au-dessous de la surface des océans que 8500 mètres, c'est-à-dire que la plus grande dépression correspond à peu près au plus fort relief, aux pics les plus élevés de l'Himalaya.

Bien que des recherches isolées entreprises en une foule d'occasions aient fourni des données sérieuses sur la profondeur des mers, c'est aux explorations méthodiques que nous devons les renseignements précis et, on peut le dire, relativement complets que nous possédons sur cette question. Comme on va le voir, d'ailleurs, ces explorations ne commencèrent qu'assez tard.

C'est en 1867 que la première campagne d'études sous-marines fut organisée. On se proposait de la poursuivre entre Key West et La Havane, à bord du steamer le *Corwin*. Malheureusement, la fièvre jaune vint interrompre l'expédition.

En 1868, ces études furent reprises à bord du *Bibb*. C'est cette année seulement que partit, dans le même but, le premier navire anglais. Par conséquent, l'honneur d'avoir ouvert la voie des explorations sous-marines qui allaient, peu de temps après, se montrer si fécondes en résultats, revient tout entier aux Américains.

En 1868, donc, le gouvernement anglais mit à la disposition de sir Wyville Thomson, professeur de zoologie à l'université d'Édimbourg, et du docteur Carpenter, le célèbre physiologiste, le bateau le *Lightning*, pour exécuter des dragages entre le nord de l'Écosse et le groupe des Faroër. La profondeur des régions examinées ne dépassa

jamais 650 brasses, mais, contrairement aux anciennes opinions, déjà reconnues fausses depuis longtemps, les récoltes d'animaux marins furent très abondantes et livrèrent de précieux documents aux sciences naturelles. Encouragée par ce succès, l'Angleterre laissa, pendant les deux années qui suivirent, entre les mains des mêmes savants, auxquels fut adjoint Gwyn Jeffreys, le navire le *Porcupine*. On explora l'Océan au large des côtes ouest et sud de l'Irlande, on visita de nouveau le canal séparant le nord de l'Écosse des Faroër, après quoi le *Porcupine* vint étudier la côte du Portugal, entra dans la Méditerranée et, après avoir longé le Maroc, l'Algérie et la Tunisie, retourna dans l'Atlantique, en passant toutefois par le détroit de Messine. Les remarquables découvertes faites pendant ce voyage montrèrent qu'il y avait au fond des mers tout un monde animal absolument inconnu jusqu'alors, et dont l'étude était susceptible de jeter un grand jour sur la nature et sur la distribution de la vie, en même temps qu'elle permettrait de se rendre compte des conditions dans lesquelles vécurent autrefois certains êtres marins dont nous trouvons les restes enfouis dans les couches terrestres.

Au retour du *Porcupine*, le gouvernement anglais se mit à organiser une grande campagne de dragages et de sondages autour du monde. On arma à cette fin le *Challenger*, corvette à hélice dont le commandement fut confié au capitaine Nares. Sir Wyville Thomson, accompagné des naturalistes Moseley, Murray et Willemoes-Suhm (qui mourut en route), parcourut, durant les années 1873, 1874, 1875 et 1876, l'océan Atlantique, la mer des Indes et le Pacifique.

Cependant, tandis que l'Angleterre entrait si résolument dans l'étude du fond de mers, les États-Unis, qui avaient dès l'abord favorisé cette étude, ne restaient pas inactifs. En 1871 en 1872, le *Hassler*, sous la direction de Louis Agassiz, draguait sur les côtes de l'Amérique du Sud. En

1875, le *Blake*, confié à M. Alexandre Agassiz, fils du célèbre naturaliste que nous venons de nommer, procédait à l'exploration de la mer des Antilles, et les résultats de ses dragages donnèrent lieu aussitôt à toute une série de publications. D'autre part, pendant la campagne du *Challenger*, les Américains se livrèrent encore, avec le *Tuscarora*, à de nouvelles recherches.

En 1874, les Norwégiens avaient envoyé le *Voringen* examiner une partie des mers du Nord. Les Allemands firent, de leur côté, quelques sondages à l'aide de la *Gazelle*. Les Anglais reprirent à leur tour, au moins partiellement, leurs investigations avec le *Knight Errant* et le *Triton*. En 1881, le *Washington*, sous la conduite du professeur Giglioli, explora la Méditerranée.

Enfin (1), en 1880, sur la demande de MM. Henri et Alphonse Milne Edwards, une expédition fut organisée en France pour étudier les grands fonds de l'Océan. Une commission, embarquée à bord du *Travailleur*, exécuta une grande quantité de dragages dans le golfe de Gascogne. Les résultats en furent tellement importants que le gouvernement décida qu'on continuerait les investigations. Dans ce but, le *Travailleur* fut encore laissé à la disposition de M. A. Milne Edwards et de ses collaborateurs. Il parcourut de nouveau le golfe de Gascogne, longea en l'explorant la côte du Portugal, passa le détroit de Gibraltar et visita une grande partie de la Méditerranée. En 1882, le même navire fit une troisième campagne dans l'Atlantique et s'avança jusqu'aux Canaries.

En 1883, un autre bâtiment, le *Talisman*, fut équipé spécialement en vue des dragages, et M. A. Milne Edwards avec son personnel ne tarda pas à reprendre la mer. Le *Talisman* suivit les côtes du Portugal, puis celles du Maroc, poussa jusqu'aux Canaries et, de là, aux îles du Cap-Vert. Il remonta alors vers la mer des Sargasses pour aller aux Açores, d'où eut lieu le retour en France.

(1) H. Filhol. *La Vie au fond des mers*, Paris, 1885.

A la suite de ces diverses expéditions, on acquit des notions plus précises sur la profondeur de l'Océan, et on se convainquit une fois de plus que les abysses ont aussi leur faune, qui, pour être singulière, n'est pas moins complexe que celle des rivages ou de la surface des eaux. Les immenses matériaux rapportés par les naturalistes qui prirent part aux explorations dont nous venons de raconter brièvement l'historique donnèrent naissance à des recherches zoologiques, botaniques,minéralogiques, pétrographiques, chimiques, physiques, etc., dont les résultats sont pour la plupart publiés ou sont sur le point de l'être.

Parmi les animaux les plus étranges qu'on ait recueillis dans les abîmes de la mer, les poissons ont sans contredit le droit d'être classés, pour leur bizarrerie et leur variété, au premier rang. Ne pouvant, dans cette notice d'une étendue nécessairement limitée, aborder les différentes branches de la science enrichies par les explorations sous-marines, ni même tous les groupes d'animaux récoltés, nous nous proposons de consacrer les lignes qui vont suivre à l'étude des poissons abyssaux. Nous les avons choisis, en premier lieu, pour le grand intérêt qu'ils offrent par eux-mêmes ; et, en second lieu, parce que la monographie de ces animaux recueillis par le *Challenger*, monographie confiée à la plume si savante du docteur Günther, conservateur du département zoologique au British Museum, n'a pas encore paru. Comme nous aurons ultérieurement à rendre compte de cet important travail aux lecteurs de la *Revue des questions scientifiques*, sous la rubrique *Vertébrés*, et que cette analyse offrira, par la nature même du sujet, un caractère plus ou moins technique, nous avons pensé que le présent article pourrait lui servir d'introduction.

D'autre part, avant d'aborder l'étude des poissons abyssaux, nous croyons indispensable de définir clairement le milieu qu'ils habitent. Ce sera, selon nous, la seule possi-

bilité de faire comprendre les particularités de leur organisation si spéciale. Et puisque, d'ailleurs, il n'est point possible de bien définir ce milieu sans le comparer avec d'autres, nous sommes ainsi amené à examiner les conditions de la vie animale à la surface du globe, en nous étendant davantage sur les régions qui peuvent nous être utiles pour le sujet que nous traitons.

Enfin, les poissons en général constituant un groupe d'animaux très particulier, il ne sera pas superflu de dire, en passant, quelques mots de leur organisation et de la manière dont les zoologistes les classent actuellement.

Nous rangerons les différents objets de cette notice sous les trois chefs suivants : I. La vie animale dans l'Océan. II. La classification des Poissons. III. Les Poissons abyssaux.

I

LA VIE ANIMALE DANS L'OCÉAN.

Les animaux qui peuplent notre globe habitent les différents milieux qui sont à leur portée. Les uns vivent simplement à la surface de la terre, à des altitudes diverses; d'autres passent leur vie au sein des eaux ; d'autres, enfin, habitent l'air. Mais, tandis que nous avons des animaux exclusivement terrestres ou aquatiques, il n'en est point qui soient seulement aériens : en effet, les derniers, si bien adaptés qu'ils soient pour vivre dans l'atmosphère, possèdent tous des organes de locomotion, plus ou moins parfaits, destinés à la progression sur le sol.

Les animaux aquatiques se divisent en deux catégories : les animaux marins et les animaux d'eau douce. Chacun de ces deux groupes est susceptible, à son tour, d'être subdivisé en trois autres, comme nous le verrons en temps opportun. Pour mieux faire saisir ces subdivisions, nous

nous adresserons d'abord aux animaux marins, car c'est là qu'elles sont le mieux marquées. Nous les étendrons ensuite, chemin faisant, aux animaux d'eau douce, fluviaux ou lacustres, dans la mesure où elles leur sont applicables.

La faune marine du globe peut être convenablement, au moins pour certaines études, classée en trois grands groupes, suivant les régions qu'elle hante. Il y a la faune *littorale*, comprenant les animaux qui vivent près des côtes et dans les eaux peu profondes situées dans le voisinage immédiat des rivages. Il y a encore la faune *pélagique*, distribuée à la surface des mers, à des distances considérables des côtes. Il y a, enfin, la faune *abyssale*, habitant les profondeurs de l'Océan.

Reprenons l'examen détaillé de ces différentes faunes pour en étudier la composition aux temps actuels et, à l'occasion, dans les temps géologiques, pour en découvrir l'origine, et pour fixer, autant que possible, les caractères des milieux dans lesquels elles vivent.

Nous commencerons par la faune littorale, puisque c'est celle qui nous est la plus familière. Nous continuerons par la faune *pélagique*, qui, outre ses caractères propres, en possède d'autres qui lui sont communs avec la précédente et avec la faune *abyssale*. Nous terminerons par cette dernière, la plus récemment connue des trois.

I. La faune littorale (1). Selon le professeur Lovèn, l'illustre zoologiste suédois, la région littorale comprend ces zones favorisées de la mer où la lumière et l'ombre, une température choisie, des courants variables en intensité et en direction, une riche végétation s'étendant sur de grandes surfaces, une abondance de nourriture, de proies à capturer, d'ennemis à combattre et à éviter, constituent une multitude d'agents susceptibles de mettre en jeu les ten-

(1) H. V. Moseley. *The Fauna of the sea-shore.* Nature, 1885.

dances à varier que possède chaque espèce, et de modifier ses divers organes pour mieux les adapter aux conditions extérieures. Dans la zone littorale encore, l'eau est plus que partout ailleurs favorable à la respiration, à cause de l'aération continuelle produite par le brisement des vagues contre le rivage. C'est dans la région littorale que se développèrent probablement les premières plantes, qui, fournissant ainsi aux animaux une subsistance suffisante, permirent la colonisation de cette région.

Les animaux habitant la zone littorale sont adaptés de la manière la plus variée pour combattre et pour endurer les conditions physiques qu'ils ont à supporter : l'action des tempêtes, le retrait de la marée, leurs nombreux ennemis. Ils s'enterrent dans le sable, s'accrochent aux rochers, ou percent même ceux-ci de cavités dans lesquelles ils s'abritent. D'autres sécrètent des coquilles résistantes ou de véritables cuirasses, et il est même vraisemblable que c'est dans la région littorale que le squelette de tous les Invertébrés marins s'est développé, et cela dans un but de protection. On remarque, en effet, que ces charpentes squelettiques sont en voie de disparaître, ou ont même totalement disparu chez les animaux pélagiques et abyssaux.

Il est extrêmement intéressant de noter que presque tous les animaux littoraux passent, durant les premiers stades de leur développement, par l'état de larves nageant librement et offrant véritablement l'aspect d'animaux pélagiques. L'huître commune nous présente un exemple facile à constater de ce phénomène. Les œufs de ce Mollusque donnent naissance à un embryon auquel on a attribué le nom de *Trochosphère ;* il a une forme globulaire et sa surface est divisée en deux régions d'inégale étendue par une couronne de cils. La bouche s'ouvre dans la plus petite portion de la surface. Cette larve nage activement au moyen de ses cils. Après un certain temps, il se sécrète une paire de valves, l'embryon devient huître et s'attache

définitivement, par une des deux moitiés de la coquille, sur le fond de la mer. La coquille continue ensuite à croître en volume et en épaisseur et constitue une protection sérieuse contre les ennemis de l'huitre. La *Trochosphère*, dont nous venons de parler, se rencontre également dans le développement d'un grand nombre d'autres Mollusques, et on l'observe aussi chez les Vers, parmi les Annélides. C'est une chose extrêmement curieuse que cette ressemblance étroite entre les larves de deux formes adultes aussi différentes qu'un Mollusque et qu'un Ver. On disait autrefois que l'extrême mobilité de ces embryons était destinée à assurer la large diffusion des adultes sédentaires ou peu actifs. Mais, si tel était réellement le cas, il serait inconcevable que ces larves qui proviennent d'animaux si différents aient acquis une structure à un tel point identique. La seule explication probable en cette matière est que la forme larvaire représente un ancêtre commun duquel les divers types adultes, dans l'existence desquels l'embryon n'est plus maintenant qu'une phase, ont divergé. Il y eut ainsi une forme souche nageant librement dans la mer et d'où les Mollusques et les Annélides, ainsi que sans doute la totalité de la faune littorale, doivent avoir tiré leur origine, à une époque très reculée. Il semble également que les premiers ancêtres de toutes les plantes furent aussi des êtres nageant librement. Bien certainement ces êtres habitaient la haute mer, menant une existence pélagique, et fourmillaient, dans les baies, le long des côtes, comme le font actuellement les larves des animaux littoraux. Les plantes libres produisirent graduellement des descendants fixés, qui permirent la colonisation des rivages, et les animaux, trouvant là une abondante source de nourriture, s'adaptèrent progressivement aux conditions les plus compliquées de la vie littorale. Le regretté professeur Balfour, dans son ouvrage si célèbre sur l'embryologie comparée, dit, en parlant des formes larvaires, qu'elles représentent sûrement l'aspect des types ancestraux qui existaient à

l'époque où tous les animaux marins nageaient librement dans la mer.

Un cas qui semble constituer une application directe de ces idées nous est fourni par les Balanes, dont les petites constructions blanches s'observent si fréquemment à la surface des moules. Ces Crustacés, à l'état adulte, sont solidement attachés à des soutiens de diverses natures et résistent aux assauts les plus violents des vagues. Les Balanes communes couvrent les rochers les plus nus et les plus exposés de nos côtes, où la mer est le plus terrible, et elles ne sauraient vivre ailleurs. Aussi ont-elles sécrété des coquilles extrêmement solides pour se protéger. A l'état larvaire, cependant, elles offrent l'aspect ordinaire d'embryons de Crustacés nageant librement, embryons évidemment adaptés à la vie pélagique et qu'on trouve fourmillant à la surface. Elles se fixent ultérieurement et, s'entourant d'une enveloppe résistante, deviennent ainsi complètement sédentaires. On ne saurait douter que, dans cet exemple, la larve libre représente la forme ancestrale, car il existe encore aujourd'hui un grand nombre de Crustacés lui ressemblant à l'état adulte.

L'examen des Échinodermes, oursins, étoiles de mer, ophiures, holothuries, crinoïdes, conduit, de son côté, aux mêmes conclusions. En effet, ces animaux sont bien différents si on se borne à considérer les adultes ; et pourtant, ils passent tous par une forme larvaire, très mobile, identique pour les divers groupes. Encore une fois, si nous voyons dans les types adultes des formes archaïques et dans les larves des formes secondaires, il nous est impossible d'expliquer comment des animaux si divers ont donné indépendamment naissance à des embryons si ressemblants. Non, cette larve n'est autre chose que la reproduction de la souche pélagique aux dépens de laquelle les Échinodermes se sont développés durant les temps géologiques.

Les Éponges, inertes et fixées, qui nous représentent

bien le type de l'immobilité, tirent cependant leur origine de larves ciliées nageant librement dans la mer. A ce propos, le professeur W. J. Sollas a fait la curieuse observation que les embryons de l'éponge appelée *Oscarella lobularis* restent plus longtemps à l'intérieur du corps de la mère, sur les spécimens habitant les côtes de la Grande-Bretagne que sur ceux qu'on trouve dans la Méditerranée. Le savant naturaliste anglais attribue cette sortie prématurée de la larve à la plus grande tranquilité de l'eau et à l'absence de marées dans cette dernière mer. Les embryons sont plus longtemps protégés, au contraire, là où ils ont des chances d'être détruits par les courants ou la marée. Il est probable que c'est sous l'influence de circonstances analogues que le stade de larve nageant librement disparaît ou tend à disparaître. C'est ainsi que les animaux abyssaux, par exemple, le verront définitivement exclu un jour de leur développement. Déjà Hoek a constaté que, chez un Cirripède de mer profonde, la forme *Nauplius*, larve commune à presque tous les Crustacés, est supprimée, au moins en tant qu'embryon susceptible de se mouvoir en dehors des enveloppes de l'œuf.

Un des meilleurs exemples de l'adaptation à la vie littorale d'animaux provenant d'ancêtres pélagiques nous est fourni par les madrépores, ces fameux constructeurs des récifs coralliens. En effet, chaque colonie de coraux prend naissance aux dépens d'une larve appelée *Planula*, sorte d'embryon ellipsoïdal nageant activement au moyen de cils vibratiles qui le recouvrent uniformément. Au bout d'un certain temps, cette larve se fixe, se transforme en polype, acquiert un squelette dur et, par bourgeonnement, produit une grande colonie. Ces colonies massives, ainsi développées et consolidées, constituent des récifs qui sont de véritables barrières pour les vagues. Elles vivent dans l'eau qui se brise sur elles, s'y aérant ainsi d'une manière spéciale qui facilite la respiration, et elles retiennent entre les branches de l'association les petits êtres pélagiques dont

elles se nourrissent. L'avantage réalisé par cette combinaison doit être considérable, car les madrépores forment actuellement d'innombrables îles dans l'océan Pacifique ; c'est probablement aussi la raison pour laquelle il n'y a pas de colonies de coraux dans les abysses, là où pourtant les autres colonies animales abondent.

Les Vertébrés entrent également pour une large part dans la faune littorale. Leur origine est encore obscure. Néanmoins, tout semble indiquer qu'ils proviennent d'une forme souche très simple menant une existence pélagique; c'est, notamment, ce que tend à faire supposer la *Gastrula* ciliée observée dans le développement de l'*Amphioxus* (un stade embryogénique identique, consistant en deux sphères tangentes intérieurement avec une perforation — bouche — au point de contact, précède la *Trochosphère* et se rencontre chez presque tous les animaux). De cette *Gastrula* ciliée se forme l'*Amphioxus*, un des éléments les plus intéressants de la faune de nos côtes et le plus primitif de tous les Vertébrés.

Les Ascidies, qui à l'état adulte habitent les rivages, où elles constituent des sortes de sacs informes, inertes, appelés vulgairement outres de mer, proviennent de larves pélagiques qui ont déjà la structure caractéristique des Vertébrés, et dont l'œil, placé non à la surface du corps mais directement sur le cerveau, n'est compréhensible que pour un animal transparent tel qu'on en voit dans la haute mer. Les Ascidies, avant de passer par l'état de têtard, qui leur est commun avec les Vertébrés, traversent aussi le stade *Gastrula*. Ainsi, ces animaux, actuellement littoraux, étaient d'abord pélagiques. D'autres Tuniciers au contraire, les Appendiculaires, ne se sont jamais adaptés à la vie de rivage, et n'ont point subi la dégénération propre aux Ascidies.

L'appareil respiratoire des Vertébrés, consistant, au moins dans son état primitif, en des fentes transversales situées dans la portion antérieure des parois du tube digestif,

n'existe nulle part ailleurs dans le règne animal que chez les Tuniciers et aussi chez un très curieux Ver, le *Balanoglossus*. Dans ces trois groupes, l'eau destinée à la respiration est introduite par la bouche et rejetée par les ouvertures branchiales. Des recherches récentes de M. W. Bateson ont d'ailleurs démontré que ce n'est pas seulement par les organes de la respiration que le *Balanoglossus* se rapproche des Vertébrés et des Tuniciers. Quoi qu'il en soit, ce Ver intéressant est actuellement limité aux rivages, où il s'enterre dans le sable, et cependant il se développe aux dépens d'une larve pélagique *(Tornaria)*, rappelant à la fois la *Trochosphère* et un embryon d'étoile de mer. Il est bien possible que cette singulière *Tornaria*, qui a déjà défié la sagacité de tant d'éminents naturalistes, nous représente la souche commune d'où provinrent les Annélides, les Échinodermes et les Vertébrés. Quant à l'origine de la forme si spéciale des organes de respiration, on peut présumer qu'elle a pris naissance dans la région littorale, chez un type tel que le *Balanoglossus*, s'enterrant dans le sable, dans lequel les échanges gazeux entre le sang et le milieu ambiant se firent le plus facilement dans le voisinage de la surface, c'est-à-dire dans la portion antérieure du corps.

Il n'est pas impossible que l'*Amphioxus* ait possédé un jour dans son développement, après la *Gastrula*, un stade *Tornaria* actuellement disparu ; c'est ce que fait penser une espèce de *Balanoglossus* pour laquelle ce stade n'existe plus. Nous ne connaissons d'ailleurs que l'embryogénie d'une espèce d'*Amphioxus*, et il se peut que l'étude des autres nous ménage bien des surprises.

La zone littorale n'est pas seulement importante parce qu'elle est le siège d'une grande quantité d'êtres spécialement adaptés à la vie de rivage, mais encore parce qu'elle est la source d'où sont sortis beaucoup d'animaux des autres régions. C'est ainsi que la faune terrestre toute entière doit être considérée comme une colonie fondée par la

zone littorale. Tout Vertébré terrestre, batracien, reptile, oiseau, mammifère, porte, dans les premiers stades de son développement, la trace des fentes branchiales qui perforaient la gorge de ses ancêtres. Le têtard s'en sert encore aujourd'hui, lorsqu'il est jeune, pour respirer, quoiqu'elles se ferment chez la grenouille adulte et, dans les Vertébrés supérieurs, avant la fin de la vie embryonnaire. Chez quelques Amphibiens urodèles, comme l'Axolotl, la respiration a lieu tout à la fois par des branchies externes, sortes de touffes placées de chaque côté de la tête, et par des poumons, qui ne sont autre chose qu'une modification de la vessie natatoire des Poissons. De plus, chez l'Axolotl, les fentes branchiales restent ouvertes, quoiqu'elles n'aient plus à accomplir aucune fonction respiratoire, et ceci va nous montrer comment a pu être causée leur fermeture ultérieure. Observons, en effet, cet animal lorsqu'il se nourrit dans un aquarium de Vers de grandes dimensions : il saisit la proie brusquement et ferme immédiatement la bouche. Mais parfois le ver s'engage dans une des fentes branchiales par laquelle il sort. Lorsqu'il passe suffisamment par cette ouverture, l'Axolotl a, dans ses fentes branchiales, une source considérable d'ennuis et si, pour une cause quelconque, un certain nombre de ces animaux naissait avec des fentes fermées, il jouirait, par rapport aux autres, de sérieux avantages. C'est le cas de la grenouille, qui a, elle, la gueule complètement fermée. Les Vertébrés sont, d'ailleurs, ainsi que nous l'avons fait entendre plus haut, les seuls animaux qui respirent par la bouche. Tous les autres ont des ouvertures séparées pour la respiration et pour l'introduction des aliments. Le limaçon a une ouverture respiratoire bien distincte de la bouche. Le crabe terrestre respire par des ouvertures situées à la base des pattes, le scorpion par d'autres placées sur son abdomen, l'insecte par de nombreux trous situés sur les côtés du corps. Ces animaux ne sauraient donc comme l'homme « s'étrangler » en buvant ou en mangeant.

Les Vertébrés terrestres pentadactyles se sont seuls adaptés complètement à la respiration aérienne, mais plusieurs Poissons ont, par une modification spéciale de leurs branchies, acquis la possibilité de rester un temps indéfini hors de l'eau. Le plus remarquable de ceux-ci est le *Periophthalmus*, de la famille des *Gobiadæ*, qui habite les flaques de boue sur les rivages de l'Australie, de Ceylan, de Fidji et d'autres régions du Pacifique. Il saute avec la plus grande facilité et cela à un tel point qu'il est difficile à capturer. Ce poisson grimpe même aux arbres, sur les branches desquels il perche en quelque sorte. Disons en passant que tous les modes de respiration aérienne dérivent d'un appareil respiratoire aquatique. Il convient pourtant d'en excepter peut-être les trachées, qui, comme semble le montrer le *Peripatus*, proviennent vraisemblablement de glandes de la peau qui se seront spécialisées.

Les animaux littoraux les plus variés se sont sans doute graduellement adaptés à la vie terrestre sous l'influence des marées qui les laissaient à sec. Les Crustacés semblent être doués de la plus grande facilité à se servir de la respiration aérienne, par une légère modification de leur appareil branchial qui agit alors comme des poumons. Rien n'est plus étonnant pour le naturaliste qui parcourt les contrées tropicales, que de rencontrer, au milieu de la végétation, dans l'intérieur des terres et même sur les plus hautes montagnes, des crabes ainsi transformés. Ces crabes ne sont point, d'ailleurs, confinés aux tropiques ; car on en a observé au Japon, à une élévation de 4000 pieds au-dessus du niveau de la mer. De tous les Crustacés dont il vient d'être question, le plus remarquable est assurément le Crabe larron *(Birgus latro)* des îles Philippines. C'est un énorme Pagure dont les branchies, ainsi que l'a démontré le professeur Semper, de l'université de Wurtzbourg, se sont considérablement réduites en volume, pendant que les parois de la cavité branchiale se sont fortement vascu-

larisées, faisant de cette dernière un véritable poumon. Lorsqu'on étudie son organisation, on voit que, primitivement, il constituait un véritable Bernard l'Hermite, mais que les dimensions considérables auxquelles l'a amené une vie trop facile ont fini par l'empêcher de trouver une coquille de capacité suffisante pour cacher son abdomen, qui, par compensation, s'est couvert de plaques résistantes. Le Crabe larron grimpe, dit-on, aux cocotiers, dont il détache les fruits qui servent à sa nourriture, tandis que les matières filandreuses de la coque sont utilisées par lui pour garnir le nid qu'il se creuse dans le sol. D'autres Bernard l'Hermite voisins, mais de plus petite taille et possédant aussi des mœurs terrestres, abondent dans les îles du Pacifique. Ils cachent tous leur abdomen dans une coquille qu'ils emportent avec eux sur les arbres et dans les buissons où ils grimpent. Le professeur Moseley, de l'université d'Oxford, nous raconte qu'il en saisit un, placé au sommet d'une branche, par sa coquille, croyant capturer un Mollusque terrestre, et que son étonnement fut grand quand il vit sortir de l'ouverture béante les pointes tranchantes d'une paire de pinces.

Les plus anciens animaux connus à respiration aérienne sont, autant que les restes fossiles nous permettent d'en juger jusqu'à présent, les Scorpions et les Insectes. Un insecte voisin des Blattes et plusieurs Scorpions, assez différents il est vrai des Scorpions actuels, ont été recueillis récemment dans les couches siluriennes. Les étroites affinités qui unissent les Scorpions avec la Limule, ou crabe des Moluques, ont été récemment bien mises en lumière par le professeur Ray-Lankester. L'éminent professeur de l'université de Londres suggère que les poumons au moyen desquels respirent les Scorpions ne sont rien autre chose qu'une transformation des lamelles branchiales de la Limule, qui ont été retournées en vue de la vie aérienne ; les stigmates des Scorpions correspondent, d'ailleurs, en nombre et en position aux lamelles branchiales des Limules. Il ré-

sulterait de là que les Scorpions, et avec eux les autres Arachnides, seraient descendus d'une forme ancestrale voisine de la Limule et des Euryptérides (groupe éteint voisin des Limules), en passant d'une existence littorale à une existence terrestre.

Les Oiseaux furent peut-être d'abord des êtres littoraux et ichtyophages. En effet, les Oiseaux dentés (Odontornithes), découverts par le professeur Marsh, de New-Haven (Connecticut), dans la formation crétacée, tels que *Hesperornis* et *Ichthyornis*, étaient aquatiques et fréquentaient les eaux salées. *Hesperornis* vivait dans une mer tropicale peu profonde qui baignait les Montagnes Rocheuses actuelles, lesquelles ne constituaient alors qu'un groupe d'îles. Les Pingouins d'aujourd'hui, également marins, se montrent très primitifs dans la structure de leurs pattes, qui rappellent celles des Reptiles ; il n'est pas douteux que l'histoire de leur développement embryonnaire jettera un grand jour sur les relations des Oiseaux.

La faune littorale n'a pas seulement donné naissance à la faune terrestre et à la faune d'eau douce, mais elle a aussi fourni, par retour, des éléments à la faune pélagique dont elle tire son origine. De même, la faune terrestre, après être totalement dérivée de la faune littorale, lui a renvoyé une partie de ses habitants, comme le témoignent manifestement certains oiseaux de rivages, les phoques et l'ours blanc, certains mollusques, etc. Bien plus, la faune terrestre a contribué, sur une faible mesure il est vrai, à la constitution de la faune pélagique, ainsi que le prouve la présence des Cétacés et d'un petit insecte, l'*Halobates*, dans la haute mer. La faune abyssale a vraisemblablement été formée, à antiquité très reculée, aux dépens de la faune littorale, à l'époque où les débris littoraux et pélagiques devinrent assez abondants dans le fond des mers pour pourvoir à la subsistance d'êtres animés.

Ce fut dans la région littorale que toutes les grandes divisions zoologiques se formèrent ; tous les êtres terrestres

et abyssaux ont passé par une phase littorale, et c'est parmi les habitants des rivages que la récapitulation, dans l'embryogénie, du développement phylogénétique effectué au cours des âges géologiques a été le mieux préservée. Voilà pourquoi les recherches poursuivies dans les stations zoologiques marines, établies sur les côtes, ont, durant les dernières années, donné de si brillants résultats.

II. La faune pélagique (1). Le terme *pélagique*, tel que des naturalistes l'emploient usuellement en parlant des êtres vivants, sert à désigner les animaux et les plantes qui habitent, loin des côtes, les eaux superficielles des mers et des océans. De même précisément que les continents, les rivages et les abysses sont peuplés par un ensemble d'organismes spécialement adaptés aux conditions du milieu dans lequel ils vivent, les eaux superficielles sont aussi fréquentées par une faune et une flore caractéristiques. Les modifications de structure que les êtres composant cette faune et cette flore exhibent, comme adaptation au milieu ambiant, sont des plus intéressantes et des plus remarquables. La faune pélagique comprend donc les hôtes de l'Océan entier, à l'exception de ceux limités au fond ou aux rivages ; c'est-à-dire qu'il sera question dans ce paragraphe des habitants d'une surface égale aux trois quarts de la terre. A l'égard du nombre, les animaux pélagiques surpassent probablement tout le reste du règne animal réuni. L'abondance de la vie est si extraordinaire à la surface de l'Océan que, dans certaines circonstances, l'eau se trouve décolorée sur une étendue de plusieurs milles, et que les couches superficielles sont littéralement remplies de petits organismes.

L'existence des animaux pélagiques dépend directement de celle des plantes pélagiques. La vie animale ne peut, en effet, exister qu'à la condition d'avoir pour base une

(1) H. N. Moseley. *Pelagic life.* Nature, 1882.

nourriture végétale, et la première substance vivante qui exista doit avoir été capable de s'alimenter directement aux dépens du règne minéral ; elle doit avoir été par conséquent, au moins physiologiquement, une plante. Cela posé, en beaucoup de régions, la mer fourmille de vie végétale. Dans les régions polaires, les Diatomées abondent au point de rendre l'eau épaisse comme une soupe. Lorsqu'on jette un filet fin dans une telle eau il se remplit d'une masse gélatineuse qui, pressée dans la main, ne tarde pas à laisser comme résidu une immense quantité de squelettes de ces algues microscopiques. Dans les mers tempérées et chaudes, les Diatomées, quoique plus rares, sont néanmoins présentes ; cependant elles sont en grande partie remplacées par d'autres algues minuscules, les *Oscillatoriæ*. Comme les naturalistes de l'expédition du *Challenger* passaient entre l'Australie et la Nouvelle-Guinée, ils observèrent une quantité énorme de ces dernières algues. Dans l'Atlantique, ils en virent d'autres *(Trichodesmium)* brillant dans l'eau comme des paillettes de mica. C'est de ces beaux végétaux que se nourrissent les animaux les plus simples, aux dépens desquels subsistent ceux d'une organisation plus élevée. D'autre part, cette base de la vie animale se trouve augmentée par les débris organiques flottés, poussés des rivages vers la pleine mer. Cependant, nous dit le professeur Moseley, en certains points de l'Océan, les végétaux ne sont pas très abondants, et semblent tout à fait insuffisants pour entretenir l'existence des nombreux animaux pélagiques. C'est qu'à côté des relations dont il a été question plus haut entre les deux règnes d'êtres animés, il en existe une autre, découverte depuis peu et connue sous le nom de *symbiose*.

Le docteur K. Brandt découvrit qu'à l'intérieur de certains tissus animaux se trouvaient fréquemment enchâssées de grandes quantités d'algues unicellulaires. Ces algues ne sont pourtant point des parasites, mais elles constituent, avec les animaux qui les portent, une associa-

tion offrant des avantages mutuels. L'organisme animal, à l'intérieur duquel elles vivent, leur fournit les matières nutritives prêtes à être absorbées ; d'un autre côté, l'animal retire d'elles une abondante provision d'oxygène qu'elles dégagent incessamment. Cette association est, comme nous le disions il n'y a qu'un instant, la symbiose. On l'a constatée chez quelques-uns des organismes pélagiques les plus abondants, les Radiolaires (Cienkowsky). Considérons, par exemple, l'un de ces Radiolaires, le *Collozoum inerme*. Il consiste en une masse arrondie de protoplasme, traversée par des pseudopodes radiants, avec un sac sphérique central, ou capsule, dans l'intérieur duquel se trouve une goutte d'huile. La fonction de cette goutte d'huile est apparemment de faire flotter l'animal à la surface de l'eau. Le Protozoaire dont il s'agit ici jouit probablement de la propriété de s'élever ou de s'enfoncer dans l'eau en modifiant le volume et la forme de ce globule d'huile. Incorporées dans le protoplasme extérieur se trouvent de brillantes cellules jaunes qu'on voit parfois en état de division. Ces cellules sont des algues unicellulaires que Brandt a appelées *Zooxanthellæ*. Il est évident que toute association symbiotique est un organisme se suffisant à lui-même, n'ayant nul besoin de source *organique* extérieure de nourriture ; il est ainsi possible de concevoir l'existence d'une vaste faune pélagique qui aurait pour base des Radiolaires combinés à des *Zooxanthellæ*. Les petits êtres sur lesquels nous venons d'appeler l'attention ne sont pas plus gros qu'une tête d'épingle. Dans la nature, ils sont réunis par milliers, pressés les uns contre les autres pour former de petits amas gélatineux de 2 centimètres environ de longueur et, pendant les jours de calme, ils s'étendent à la surface de l'Océan, le couvrant dans toutes les directions à perte de vue et constituant de cette façon un vaste réservoir de nourriture destiné à alimenter le reste de la faune pélagique. Il existe des animaux plus élevés en organisation que les Protozoaires, et à l'intérieur desquels sont enchâssées

des algues unicellulaires; tels sont par exemple les Cténophores, ces gracieux Cœlentérés. Il est vraisemblable que la symbiose a été plus répandue durant les temps géologiques, alors que les Diatomées, qui constituent maintenant une si grande ressource pour la vie pélagique, étaient rares ou absentes. Quant aux Radiolaires, dont il a été si souvent question, ce sont des animaux essentiellement pélagiques, dont la plupart sont pourvus d'un squelette siliceux des plus délicats et des plus gracieusement découpés.

Les animaux pélagiques le sont à des degrés divers et peuvent, par conséquent, être classés en catégories. Il y a des animaux pélagiques par excellence : ce sont ceux qu'on trouve à la plus grande distance des rivages, qui sont capables de passer leur vie entière dans cette région de la mer, et qui n'arrivent qu'accidentellement près de la terre ferme. Tels sont les Radiolaires, les Siphonophores, un grand nombre de Crustacés, des Annélides *(Alciopa, Tomopteris)*, les Hétéropodes, certains Gastropodes proprement dits *(Janthina, Glaucus)*, les Ptéropodes, les Céphalopodes pélagiques, les Salpes, les Pyrosomes et de nombreux Poissons de la haute mer. Tous ces êtres peuvent être convenablement désignés par le terme *eupélagiques*, selon le professeur Moseley. Mais, à côté des animaux que nous venons de citer, il y en a d'autres, qui, comme beaucoup de Scyphoméduses et la plupart des Cténophores, se rencontrent fréquemment dans le voisinage des côtes, quoiqu'ils habitent d'ordinaire loin des rivages. Il y en a encore qui ne sont pélagiques que durant la vie larvaire et qui, fourmillant à la surface durant les premiers stades de leur développement, s'enfoncent ensuite dans la mer pour mener une existence totalement différente. L'inverse se passe avec d'autres formes fixées dans la haute mer : les serpents, les tortues et les oiseaux pélagiques, qui passent autrement la totalité de leur vie loin des rivages, s'approchent des côtes à l'époque de la reproduction. Ces derniers

groupes d'hôtes de la surface des océans peuvent, toujours d'après l'éminent professeur de l'université d'Oxford, être avantageusement nommés *hémipélagiques*. Il est difficile de tracer une limite précise entre ces deux groupes. Ainsi, les Dactyloptères, ou poissons volants, se rencontrent à la fois sautant à la surface de l'eau dans la haute mer, et aussi au fond des eaux peu profondes où on les pêche souvent à l'aide d'une ligne et d'un hameçon. Tous les degrés de la vie pélagique existent parmi les Hydroméduses et les Scyphoméduses.

La mer des Sargasses a une faune qui lui est propre et qu'on ne peut véritablement nommer pélagique, car elle est spécialement adaptée pour s'accrocher parmi les végétaux flottants. Les éléments qui la composent possèdent, pour cette raison, un aspect tout différent des animaux réellement pélagiques.

La propriété la plus caractéristique des animaux pélagiques est la transparence cristalline de leur corps. Cette transparence est si parfaite que beaucoup d'entre eux en deviennent presque invisibles lorsqu'ils sont en suspension dans l'eau. La peau, les nerfs, les muscles et les autres organes sont absolument hyalins, mais il semble que la sélection naturelle ait été impuissante à rendre incolore le tube digestif et le foie dans la plupart des cas. Ces parties restent opaques, jaunes ou brunes, et font ressembler l'animal à un fragment d'algue. Un exemple familier de ce que nous venons de dire nous est offert par les Salpes; *Pelagonemertes* en est un autre.

Quelques animaux pélagiques sont brillamment colorés en bleu dans un but de protection, de manière qu'ils ne se distinguent pas de l'eau où ils nagent. Tels sont *Minyas cæruleus*, *Velella*, *Porpita*, *Physalia*, *Glaucus*, *Janthina*, toutes formes qui flottent immédiatement à la surface, avec une partie de leur corps plus ou moins hors de l'eau. La teinte bleue est en rapport avec cette dernière circonstance, et est destinée à rendre les types précités invisibles à

quelque distance, notamment pour les oiseaux pélagiques, leurs cruels ennemis. *Velella* n'échappe cependant point de cette façon à tous les êtres voraces qui le poursuivent, car une jeune tortue, prise pendant l'expédition du *Challenger*, avait l'estomac rempli de spécimens de ce Cœlentéré, et on en trouve fréquemment, d'ailleurs, dans le tube digestif des albatros. *Janthina*, le brillant gastropode bleu bien connu, se construit un flotteur divisé en compartiments et qui est attaché à son pied. Si on vient à détacher ce flotteur, l'animal s'enfonce et meurt. On dit qu'il est privé d'yeux. *Glaucus* est un mollusque nudibranche dont les côtés du corps sont modifiés en curieux lobes frangés semblables à des nageoires. *Glaucus* nage habituellement la face ventrale en l'air, son pied étant appliqué à la surface de l'eau, absolument comme la vulgaire Lymnée quand elle rampe à la surface de nos mares ou de nos étangs. Par suite de la position ainsi adoptée par *Glaucus*, sa face ventrale est colorée en bleu foncé, tandis que sa face dorsale ou inférieure est d'un blanc lustré. Pour quelqu'un qui est habitué à voir nager les animaux le dos en haut, par conséquent avec le dos foncé et le ventre clair, l'aspect de ce mollusque est tout à fait trompeur. En réalité, il trompa complètement le docteur Bennett, qui, dans son travail sur les mœurs de cet animal, prend constamment le dos pour le ventre et réciproquement. *Glaucus* conserve, d'ailleurs, sa position renversée avec la plus grande persistance ; le professeur Moseley raconte qu'il en retourna un à diverses reprises le dos en l'air, et qu'il se débattait alors avec ses nageoires comme une tortue culbutée le ventre en l'air, regagnant bientot son attitude usuelle. Il est assez curieux que, toujours d'après le docteur Bennett dont il vient d'être question, *Glaucus*, qui est partiellement bleu, se nourrit aux dépens de *Velella* qui est lui-même bleu. De même *Janthina*, qui est également bleu, s'alimente aussi de *Velella*. A propos de *Glaucus*, il n'est pas sans intérêt de signaler que le Rémora, ce curieux poisson qui se fixe

sur le dos des requins, des tortues et même sur les navires à l'aide de sa nageoire dorsale antérieure transformée en ventouse, est également de couleur foncée sur le ventre et de couleur claire sur le dos, de façon que quand l'animal est frais, il est difficile de se persuader que le dos n'est pas le ventre et *vice versa*. Cette circonstance démontre d'une manière péremptoire que la couleur des animaux a uniquement pour but de les protéger contre leurs ennemis.

Quelques animaux pélagiques sont des plus brillamment colorés, et un petit Crustacé copépode, *Sapphirina*, a toujours excité l'admiration des naturalistes ; car les teintes métalliques les plus éclatantes des oiseaux-mouches ne surpassent pas les siennes, sans compter qu'on y rencontre toutes les nuances du spectre solaire, étincelant avec une intensité égale à celle du diamant. Ajoutons que cette couleur est un caractère purement sexuel, réservé au mâle.

Un autre caractère, des plus remarquables, qui nous est offert par les animaux pélagiques, est la nature de leurs yeux qui sont, soit absents, soit de dimensions colossales, cette dernière condition étant de beaucoup la plus fréquente. C'est ainsi que les Mollusques ptéropodes n'ont guère que des rudiments d'yeux, et que les Siphonophores et les Cténophores sont tout à fait aveugles.

Comme nous le disions il n'y a qu'un instant, les animaux pourvus d'yeux énormes sont communs dans la faune pélagique. Un des plus curieux est un Crustacé amphipode, *Phronima sedentaria*, dont les yeux composés occupent la région antérieure tout entière de l'animal. La femelle de *Phronima* jouit de la curieuse habitude de vivre dans une maison transparente en forme de tube ouvert aux deux bouts, qu'elle obtient en rongeant une jeune colonie de Pyrosomes. Ainsi protégée, elle et sa progéniture, elle entraîne son tube avec rapidité à travers l'eau.

Un Crustacé copépode, *Corycæus*, possède des yeux gigantesques. L'espèce *Corycæus megalops*, en particulier,

est remarquable sous ce rapport ; son appareil visuel est si extraordinairement développé que des excroissances en forme de cornes, se projetant de dessous le thorax, se sont constituées pour le supporter. Cet animal est d'un beau bleu lorsqu'il est en vie.

Parmi les habitants de la haute mer les plus curieux au point de vue des yeux, il faut citer les intéressantes Annélides pélagiques de la famille des *Alciopidæ*. Les organes de la vision sont chez elles très volumineux, et les plus parfaits observés jusqu'à ce jour dans le groupe entier des Vers.

Par ce développement extraordinaire des yeux, ou par l'absence de ceux-ci, les animaux pélagiques rappellent plus ou moins les êtres confinés aux eaux profondes ; c'est aussi dans ces deux groupes qu'on rencontre le plus de types phosphorescents. Le professeur Fuchs, du musée de Vienne, a insisté sur les ressemblances qui existent entre la faune pélagique et la faune abyssale, lesquelles sont toutes deux des faunes de ténèbres ; car la lumière du soleil ne pénètre point dans les abîmes de la mer, et les animaux pélagiques sont généralement de mœurs nocturnes. Quelques êtres pélagiques semblent pourtant ne point craindre la lumière. C'est ainsi que, lorsque le temps est calme, on peut voir à la surface, en plein soleil, les Radiolaires, les *Velella* et les *Janthina* ; ces Invertébrés ne quittent jamais, d'ailleurs, la zone superficielle. Quelques Cténophores, principalement *Eucharis*, aiment aussi le soleil, d'après le Dr Chun, de l'université de Kœnigsberg. Les poissons volants restent jour et nuit à la surface, et le magnifique poisson pélagique appelé *Coryphæna* montre ses brillantes couleurs à toute heure du jour, en se jouant autour des navires. Les vents et la tempête chassent tous les animaux pélagiques qui sont susceptibles de s'enfoncer dans les profondeurs, et, par le mauvais temps, on pourrait s'imaginer que la surface de la mer est totalement privée de vie.

Une des questions les plus importantes concernant la faune pélagique est la suivante : jusqu'à quelle profondeur les animaux qui s'enfoncent pendant le jour, peuvent-ils descendre ? S'enfoncent-ils jamais au delà d'une limite fixe ? Y en a-t-il qui sont susceptibles d'aller jusqu'au fond de la mer ? Le professeur Weissmann, de l'université de Fribourg en Brisgau, d'après ses observations sur ce qu'on pourrait appeler la faune pélagique du lac de Constance, a montré que les petits Crustacés qui en font partie s'élèvent et s'enfoncent périodiquement, justement comme les habitants pélagiques de la mer. Ils ne descendent jamais au-dessous de 50 mètres, mais ils remontent le soir à la surface graduellement comme le soleil se couche, et ils redescendent progressivement le matin quand le soleil se lève. Le professeur Forel a noté les mêmes faits sur le lac de Genève. M. Weissmann, après avoir essayé sans succès toutes les autres explications apparentes, en a conclu que ces Crustacés oscillent perpétuellement de la curieuse manière que nous venons de dire, dans le but d'économiser la lumière et de pouvoir, pendant les 24 heures du jour, explorer, en profondeur comme en surface, une étendue d'eau considérable, ce qui leur procure une plus abondante nourriture. En effet, s'ils restaient pendant le jour à la surface, ils seraient incapables, avec la faible lumière qui pénètre la nuit dans les profondeurs, de chercher les animalcules qui doivent pourvoir à leur existence. Cette interprétation extrêmement ingénieuse s'applique aux animaux marins pélagiques pourvus d'yeux bien développés, qui se nourrissent sur les végétaux presque immobiles et sur les menus débris qui sont en suspension dans les couches superficielles ; comme, d'autre part, tous les êtres de la faune pélagique dépendent les uns des autres, cette faune tout entière doit être sujette aux oscillations dont nous venons de parler.

Le docteur Chun a observé que les Cténophores du golfe de Naples, après s'être montrés abondants au printemps,

deviennent extrêmement rares et disparaissent presque pendant les trois mois d'été, pour réapparaître soudain en grand nombre à l'automne. Le savant naturaliste allemand ayant capturé ces Cœlentérés en abondance, l'été, dans les profondeurs, pense qu'ils descendent annuellement à la fin du printemps, dans le but de se nourrir des petits Crustacés qui s'éloignent alors des couches superficielles (probablement parce qu'une lumière plus forte leur permet à cette époque de recueillir à un niveau inférieur les substances dont ils s'alimentent), et que s'étant suffisamment repus et leurs jeunes ayant subi leurs métamorphoses dans les profondeurs et ayant atteint l'état adulte, ils s'élèvent de nouveau à la surface où ils réapparaissent comme par enchantement. Un des Cténophores jouissant de ces habitudes est la belle Ceinture de Vénus *(Cestus Veneris)*. Des Scyphoméduses *(Cassiobeia Borbonica)* et d'autres animaux pélagiques paraissent sujets aux mêmes migrations en profondeur. Il n'est pas douteux que ces sortes de migrations se produisent dans la haute mer de toutes les régions du globe, et ceci est de nature à expliquer la rareté de quelques animaux pélagiques.

D'après ce qui précède, il semble donc probable que les animaux pélagiques exécutent des oscillations en profondeur, sous l'influence de trois causes. Il y a d'abord des oscillations quotidiennes, suivant l'intensité de la lumière ou des ténèbres ; puis des oscillations irrégulières dues au mauvais temps ; enfin, des migrations périodiques selon la saison de l'année.

Les grands lacs d'eau douce qui se trouvent à l'intérieur des terres possèdent une faune littorale, une faune pélagique et une faune abyssale, absolument comme les océans. Les animaux pélagiques des lacs ressemblent à ceux de la mer par beaucoup d'intéressantes particularités. Ils sont, comme eux, hyalins, transparents, sont curieusement modifiés de manière à pouvoir nager constamment et possèdent parfois des yeux extraordinairement développés.

Tel est le cas des Crustacés cladocères, de la famille des *Polyphemidæ*, famille qui se distingue par la présence d'un seul œil. L'un d'eux, *Bythotrephes*, est d'une forme extraordinaire, possédant une queue excessivement longue et pointue, destinée à faire équilibre à la région antérieure et pesante du corps ; il est transparent comme du verre, mais, à la fin de l'automne, il se couvre de belles taches bleu d'outre-mer. Il a, antérieurement, un œil unique, énorme, composé, et est muni dorsalement, sous sa carapace arrondie, d'une poche incubatrice dans laquelle se trouve un seul œuf. Un autre de ces Cladocères, *Leptodora hyalina*, présente également une forme surprenante ; il est absolument cristallin, comme *Bythotrephes*, et presque invisible dans un vase d'eau. Il a une paire de grandes antennes emplumées destinées à le soutenir dans l'eau.

Mais, ainsi que nous le disions plus haut, une des questions les plus importantes dans le sujet qui nous occupe est la suivante : Jusqu'à quelle profondeur les animaux pélagiques peuvent-ils descendre ? C'est un problème qui n'est pas résolu quoiqu'il ait exercé l'esprit du célèbre Johannes Müller. Il est vrai qu'à son époque la question se posait tout autrement, puisqu'elle était en relation avec cette autre aujourd'hui résolue affirmativement : Existe-t-il des animaux dans les profondeurs de la mer? Il est impossible de la résoudre avec un filet ouvert descendu à une profondeur déterminée, car ce filet nous ramène indistinctement tous les animaux compris entre le point le plus bas et la surface. Il serait nécessaire, pour arriver à un résultat positif, d'avoir un appareil qu'on pût descendre fermé jusqu'à une certaine profondeur, pour l'y ouvrir et le refermer de nouveau avant de le remonter. Ce dernier genre de filet a été imaginé par le capitaine Sigsbee, de la marine des États-Unis, l'inventeur de presque tous les meilleurs appareils nécessaires pour les études en mer profonde. Ce filet a été utilisé par M. Alexandre Agassiz, qui trouva que les animaux pélagiques descendent unifor-

mément, les jours de beau temps, jusqu'à une profondeur de 100 mètres, et qu'au delà de 200 mètres on n'arrivait plus à rien capturer du tout. Malheureusement, très peu d'expériences ont encore été faites à l'aide de l'instrument du capitaine Sigsbee, de sorte qu'on ne peut en ce moment tirer de conclusion définitive.

D'autre part, les recherches poursuivies par M. John Murray à bord du *Challenger* l'ont conduit à des idées différentes. Le savant naturaliste anglais est fermement persuadé que la vie pélagique s'étend à de grandes profondeurs, attendu que certains animaux, tels que les *Phædaria* d'Hæckel, ne furent obtenus qu'au moyen de filets descendus très bas. Il est possible, d'après cela, qu'il y ait des relations directes entre la faune de la surface et celle des abysses ; que les jeunes de beaucoup d'êtres abyssaux mènent une existence pélagique. On sait, en effet, que les jeunes de beaucoup de poissons qui vivent en eau assez profonde, comme la morue, passent les premiers stades de leur existence à la surface, et il est raisonnable de supposer que les œufs d'un grand nombre de poissons de mer profonde s'élèvent à la surface pour y subir leur développement. Un fait qui vient confirmer ces vues, c'est que le professeur Lütken, de l'université de Copenhague, a trouvé, dans l'estomac d'un poisson pélagique, un petit poisson qui n'est probablement que le jeune d'un Lophioïde de mer profonde, l'*Himantolophus ;* d'ailleurs, des jeunes d'autres poissons abyssaux ont déjà été rencontrés dans des circonstances analogues.

M. Agassiz, dont l'autorité en cette matière est réellement d'un grand poids, est néanmoins convaincu que la faune superficielle est limitée à une très petite étendue verticale, et qu'il n'y a pour ainsi dire pas de monde vivant entre la faune de la surface et celle du fond. S'il en était réellement ainsi, la limite de la profondeur à laquelle les animaux pélagiques pourraient descendre serait donnée par le point où la lumière ne pénètre plus, car là s'arrête

la possibilité d'une vie végétale. Au delà de cette limite, les animaux des abysses se nourrissent des débris organiques, qui, comme une pluie continuelle, tombent lentement, mais incessamment, de la surface.

Les animaux pélagiques se dévorent entre eux sur une large échelle. La voracité des plus gracieux et des plus inoffensifs en apparence est extraordinaire. C'est ainsi que le Cténophore *Beroe* avale parfois, comme le docteur Chun l'a constaté, d'autres Cténophores plus volumineux que lui, sur lesquels il s'avance en distendant énormément les parois de son tube digestif.

Beaucoup de grands animaux pélagiques, comme les Cétacés, se nourrissent d'êtres minuscules. Le professeur Steenstrup, de l'université de Copenhague, a remarqué que certains Céphalopodes pélagiques capturent de tout petits Crustacés, et la large membrane conique qui réunit les bras des *Cirrhoteuthidæ* a vraisemblablement pour but de saisir en bloc des bancs d'Entomostracés. De même, les pingouins des mers australes se contentent presque exclusivement de Crustacés de très petite taille : on trouve constamment leur estomac rempli de ces animaux, qu'ils saisissent en s'élançant à travers l'eau avec une énorme rapidité.

Signalons, dans un autre ordre d'idées, un des faits les plus remarquables de la vie pélagique, la transformation que subissent certaines formes larvaires d'animaux littoraux lorsqu'elles sont accidentellement transportées dans la pleine mer. Le cas le mieux connu est celui des Leptocéphales, qui sont de petits poissons rubanés absolument transparents, dont le sang est parfois privé d'hémoglobine, tandis que leur squelette délicat est entièrement cartilagineux, et que tous les autres tissus sont mous et pulpeux. Ils abondent fréquemment à la surface, mais ne vivent jamais assez longtemps pour atteindre la maturité sexuelle. Quant à leur nature, ils semblent n'être que de jeunes anguilles marines, quoique, en certains endroits où celles-ci sont

abondantes, on n'en ait jamais trouvé. Le docteur Günther pense que les Leptocéphales sont le résultat du développement anormal des larves de divers poissons dont les œufs sont accidentellement venus à la surface au lieu de rester au fond ; ces larves continuent à croître jusqu'à un certain volume, mais sans voir se transformer leurs organes, de telle sorte qu'elles n'arrivent jamais à une complète métamorphose et qu'elles ne sont pas aptes à se reproduire.

Une modification comparable à celle des Leptocéphales se rencontre également dans la famille des *Pleuronectidæ*, ou poissons plats, qui, comme on le sait, comprend les soles, les turbots, etc. Les animaux du genre *Platessa* y sont parfaitement transparents. On les trouve souvent dans la haute mer, où ils sont placés dans des conditions artificielles qui les empêchent d'arriver à l'état adulte, de façon que l'asymétrie des yeux ne se présente jamais.

Les Dactyloptères, ou poissons volants, nous montrent un curieux retour à la forme ancestrale; car leurs nageoires pectorales ne sont pas plus longues par rapport au corps, pendant le jeune âge, que chez les poissons ordinaires. Elles ne commencent à se développer sous forme d'ailes que plus tard. En raison de cette circonstance, le jeune Dactyloptère avait été pris d'abord pour un autre poisson que l'adulte qui en provient, et on lui avait appliqué le nom de *Cephalacanthus*.

Un autre cas entièrement analogue à celui des Leptocéphales nous est fourni par la larve de la langouste, le plat Phyllosome, qui peut, dans la haute mer, atteindre des dimensions gigantesques. En général, le développement larvaire peut être hypertrophié en quelque sorte par la vie pélagique. Cette sorte d'hypertrophie est d'ailleurs susceptible de se produire, comme chacun le sait, dans d'autres cas, par exemple, dans le développement des Amphibiens. C'est ainsi que l'Amblystome voit se prolonger sa vie larvaire à l'état d'Axolotl, à tel point qu'il est susceptible de se reproduire sous cette dernière forme. C'est

ainsi également qu'une curieuse petite grenouille de l'Amérique méridionale, *Pseudis paradoxa*, possède un têtard qui peut atteindre 25 à 30 centimètres et qui, dans le cours ultérieur du développement, rarement complet d'ailleurs, subit une réduction de volume pour passer à l'état adulte.

Beaucoup d'animaux pélagiques nourrissent des parasites semblables à ceux qui affectent les formes voisines du littoral : il est donc probable que ces hôtes pélagiques sont d'anciens types littoraux qui ont emporté leurs parasites en s'adaptant à la vie de la haute mer. Néanmoins il existe aussi des parasites pélagiques, c'est-à-dire des animaux véritablement pélagiques qui se sont adaptés aux parasites. Par exemple, les jeunes de l'Annélide pélagique *Alciopa* vivent en parasites à l'intérieur du corps des Cténophores. Il y a une petite hydroméduse parasite, *Mnestra*, qui s'attache sur le mollusque gastropode pélagique *Phyllirhoë*. Enfin, les jeunes *Cunina* se rencontrent en grande quantité dans l'estomac d'autres méduses, les *Garmarina*, ce qui fit croire d'abord qu'elles étaient les jeunes des *Carmarina* elles-mêmes.

Une des choses les plus remarquables, en ce qui concerne les animaux pélagiques, c'est que la plupart d'entre eux voyagent en troupes immenses. Ainsi *Velella*, *Porpita*, *Janthina*, *Hyalæa* et même les Leptocéphales sont toujours pris en assez grande quantité dans le filet.

Par leur distribution géographique presque universelle, sauf dans les mers froides, les animaux pélagiques ressemblent aux animaux abyssaux. C'est ainsi que, d'après le professeur Lütken, le thon de la Méditerranée est identique avec celui qu'on trouve dans les mers du Japon. Les genres des animaux pélagiques sont cosmopolites, tandis que les espèces de l'Atlantique et du Pacifique diffèrent très fréquemment.

Quelques animaux pélagiques semblent être extrêmement rares. On peut citer comme exemple le *Pelagone-*

mertes, ce curieux ver némertien avec intestin ramifié. En 1830, Lesson en recueillit de grandes quantités entre les Moluques et la Nouvelle-Guinée. Depuis, le *Challenger* n'en retrouva en tout que deux exemplaires ; le premier fut capturé au sud de l'Australie et le second sur les côtes du Japon. Cet animal n'a jamais été rencontré qu'en ces trois occasions. Les spécimens du *Challenger* étaient dans la drague, alors qu'elle revenait des grandes profondeurs.

De même, beaucoup de Céphalopodes pélagiques, quoiqu'ils existent en grand nombre, ont été d'une extrême rareté. Des paquets de leurs becs cornés se rencontrent dans l'estomac des baleines, qui se nourrissent de ces animaux. Plusieurs genres ont été fondés par le professeur Steenstrup uniquement sur ces becs, sans qu'on ait jamais pu trouver les animaux auxquels ils appartiennent.

Les animaux pélagiques paraissent en règle générale extrêmement sensibles au degré de salure de l'eau. La faune de la surface de la Baltique est extrêmement pauvre et, dans les couches les plus superficielles, on ne rencontre que quelques petits Crustacés. Il est assez curieux, cependant, que les grandes Scyphoméduses, *Aurelia* et *Cyanea*, paraissent être indifférentes aux eaux saumâtres ou même les préférer. Elles s'étendent, dans la Baltique, à des points où l'eau est très peu salée, et le professeur Moseley a vu aussi de grandes Scyphoméduses nager en troupes à l'embouchure d'un petit courant d'eau douce, en un point où l'eau était tout à fait potable. Ceci est d'autant plus remarquable que le professeur Romanes, de l'université d'Édimbourg, a montré que la seule Hydroméduse qui soit confinée à l'eau douce, *Lymnocodium*, est extrêmement sensible à l'addition de sel dans l'eau qu'elle habite.

M. George Baden Powell a, de son côté, remarqué que les grandes Méduses, si abondantes à Southampton, montrent une curieuse tendance à s'éloigner de la mer. Le professeur Moseley a également noté que les mêmes

Cœlentérés ont une tendance à se tenir à l'entrée des fjords en Norwège.

Il nous reste maintenant à aborder quelques considérations sur la composition zoologique de la faune pélagique et sur son histoire durant les temps géologiques.

La faune pélagique actuelle peut être considérée comme composée de deux parties : l'une, formée d'espèces appartenant à des groupes qui ne se rencontrent que dans la haute mer; l'autre, constituée par des types se rattachant à d'autres groupes dont la plupart des représentants sont abyssaux, littoraux ou terrestres.

Il y a neuf groupes qui appartiennent à la première catégorie ; ce sont : les Siphonophores, les Cténophores, les Chætognathes, les Hétéropodes, les Ptéropodes, les Appendiculaires, les Salpes, les Pyrosomes, les Cétacés.

Nous ne savons rien de l'antiquité des Siphonophores, car ils ne se rencontrent point du tout à l'état fossile, eu égard à la nature de leur corps. Il est donc impossible de décider s'ils sont d'origine ancienne ou moderne. Ce sont des colonies complexes d'animaux de formes variées dont chacun remplit une fonction spéciale pour le plus grand bien de la colonie. Ils proviennent des Hydroméduses et ont, par conséquent, pris naissance d'une Planula pélagique, mais il est impossible de dire si les animaux-souches étaient d'abord fixés, puis sont devenus libres, ou s'ils furent toujours libres et pélagiques depuis le commencement de leur histoire.

L'histoire des Chætognathes *(Sagitta)* est obscure.

Les Hétéropodes et les Ptéropodes descendent probablement d'un ancêtre semblable à la larve appelée *Veliger*, qui exista au moins au début de l'époque silurienne, et cet ancêtre provenait sans doute d'une *Trochosphère* également pélagique.

Les Appendiculaires et leurs alliés, proches parents des ancêtres des Vertébrés, ont toujours été pélagiques et leurs ancêtres devaient peu différer des animaux actuels. Les

Pyrosomes, au contraire, après s'être détachés de la même souche comme animaux simples, ont vraisemblablement constitué des colonies de Tuniciers fixés avant de redevenir pélagiques.

Selon le professeur Ray-Lankester, les ancêtres des Vertébrés auraient également été pélagiques, car l'œil de ces animaux, directement placé sur le cerveau dans les formes les plus inférieures, ne pouvait évidemment être utilisé que par des animaux éminemment transparents. De sorte que les Cétacés, qui proviennent sans nul doute d'animaux terrestres, sont, pour la deuxième fois, pélagiques.

La seconde division de la faune pélagique se compose d'animaux variés appartenant à des classes diverses dont la plupart des représentants habitent les abysses, les rivages ou la terre ferme.

Il y a très peu de véritables Infusoires qui soient pélagiques ; ceux qui vivent dans la haute mer appartiennent aux deux familles des *Peritricha* et des *Tintinnidæ*. *Codonella*, l'un d'eux, est remarquable par sa forme, qui rappelle celle d'une cloche, et par son squelette siliceux.

Il y a même des Actinies, ou anémones de mer, animaux essentiellement fixes et littoraux, qui se sont adaptées à la vie pélagique. Elles sont exactement semblables à celles des rivages, et on les trouve parfois en grande quantité à la surface de la mer. Elles nagent les tentacules et la bouche en bas, par conséquent dans une position inverse de celle qu'adoptent les Actinies fixées. Un des types les plus intéressants de ces Cœlentérés pélagiques est *Minyas cærulea*, ainsi nommé à cause de sa belle couleur bleue.

Il existe aussi des insectes pélagiques, voisins des punaises d'eau douce qui courent à la surface de nos étangs. L'un de ces insectes, *Halobates*, se rencontre glissant à la surface des vagues, à des distances énormes de la terre et durant les plus terribles tempêtes.

Il y a beaucoup de poissons pélagiques ; nous avons déjà nommé *Coryphæna*. Il faut encore citer le rare *Regalecus ;* on a toujours supposé que ce poisson était un hôte de la surface, mais le docteur Günther croit qu'il appartient aux formes abyssales.

Les serpents pélagiques sont particulièrement intéressants, car on en connaît qui remontent à l'époque éocène *(Titanophis)*. Quoiqu'ils viennent au rivage pour mettre bas leurs jeunes, ils passent la plus grande partie de leur existence dans l'eau, et très souvent loin des côtes. Ils sont spécialement adaptés à ce mode de vie par la structure de leurs poumons et par l'aplatissement bilatéral de leur queue, dont ils se servent comme d'une rame.

Il y a un lézard bien connu, l'*Amblyrhynchus* des îles Gallapagos, dont les mœurs sont décrites par Darwin dans son journal du *Beagle*, qui, bien qu'il ne puisse pas à proprement parler être appelé pélagique, fréquente pourtant la mer et fait souvenir des gigantesques lézards pélagiques des temps mésozoïques, les Mosasaures.

Tant de groupes du règne animal contribuent à former la faune pélagique qu'il est vraiment remarquable que quelques-uns d'entre eux et des plus importants ne soient pas représentés dans cette faune. Ainsi, il n'y a pas d'Éponges adultes pélagiques, pas d'Alcyonaires, pas de Géphyriens, pas de Brachiopodes, pas de Lamellibranches et enfin pas d'Échinodermes pélagiques. Si nous prenons en considération les curieuses modifications subies par les Actinies, les Némertiens, les Synascidies et les Gastropodes, on pourra aisément se faire une idée de la forme que les groupes non représentés dans la faune pélagique auraient prise s'ils avaient fait partie de cette faune. *Lima hyans*, ce gracieux Lamellibranche dont les valves s'agitent dans l'eau, pendant la natation, à la manière des ailes d'un papillon, nous permet de concevoir comment, avec une exagération de ces mœurs, un Lamellibranche aurait pu devenir pélagique. Une Comatule nageant avec ses bras, ou

un oursin flottant à la manière de *Minyas*, seraient des Échinodermes pélagiques ; la première nous est peut-être réellement donnée dans le *Saccoma* des schistes lithographiques de Solenhofen.

Un mot relativement à l'histoire de la vie pélagique durant les temps géologiques. Ainsi que le professeur Weismann le disait, la source de toute vie animale et végétale s'est trouvée dans la mer. Il est probable qu'un grand nombre d'animaux primitifs ont été pélagiques ; l'embryogénie de beaucoup d'animaux marins vient appuyer cette opinion, car les larves de beaucoup d'entre eux, même parmi les types littoraux, ont la structure des animaux pélagiques.

Un des animaux les plus primitifs, *Protomyxa aurantiaca*, ce beau protozoaire orangé, est lui-même pélagique, puisque le professeur Hæckel l'a trouvé sur une coquille de Spirule qui flottait en pleine mer. D'après les intéressantes recherches du docteur Nathoret, nous savons que des Scyphoméduses, très voisines de celles qui nagent maintenant dans nos mers, existaient dans la faune pélagique de l'époque cambrienne, tandis que les dépôts boueux qui se formaient alors fourmillaient d'Annélides semblables à celles actuellement existantes.

La faune pélagique précambrienne doit probablement avoir contenu des représentants adultes sexués de la Planula, les larves à structure bilatérale des Échinodermes, l'*Ephyra* (sorte de méduse qui a persisté jusqu'à nos jours), la *Trochosphère* et le *Nauplius*. Durant la période cambrienne s'ajouta la larve *Cypris*, ancêtre des Cirripèdes, puis la souche des Vertébrés, puis le trilobite *Æglina*, dont les yeux énormes indiquent bien un être pélagique. A l'époque silurienne, les Ptéropodes s'ajoutèrent à la phalange pélagique, et quelques-uns atteignirent même une taille gigantesque. Les Hétéropodes firent aussi leur apparition et les Cirripèdes disparurent, au moins en tant que larves *Cypris*, avec les Graptolithes; colonies d'Hydraires

vraisemblablement pélagiques. Durant les temps dévoniens, divers requins, raies et ganoïdes s'adaptèrent à la vie de haute mer ; il y a bien encore des requins et des raies pélagiques, mais les ganoïdes se sont retirés dans les eaux douces.

Les Globigérines et quelques Radiolaires font leur apparition dans les plus anciens dépôts secondaires ; les Céphalopodes dibranches vinrent bientôt après et la mer fourmilla de Bélemnites pélagiques. Les Reptiles dont les ancêtres étaient pélagiques revinrent à ce mode de vie : l'Ichtyosaure avec ses yeux énormes poursuivait sa proie dans les profondeurs ou, durant la nuit, à la surface. Un peu plus tard, les Mosasauriens apparurent et ne tardèrent pas à devenir aussi volumineux que les baleines.

Au début des temps tertiaires, ou même un peu plus tôt, divers Mammifères prirent la mer et, parmi eux, les baleines, devenant entièrement pélagiques, quittèrent les rivages pour toujours.

Quelques animaux ne semblent s'être adaptés à la vie pélagique que très récemment : c'est ainsi qu'on n'a point encore rencontré *Janthina* à l'état fossile, quoique ce Mollusque ait bien certainement eu des ancêtres pendant les temps géologiques.

L. Dollo.

(La suite prochainement.)

LA CELLULE VIVANTE

ET

LA DIVISION CELLULAIRE

La cellule vivante est l'élément fondamental de tout organisme. Les phénomènes purement matériels qui se manifestent dans le corps organisé ne sont, pour la plupart, que la résultante des phénomènes particuliers de chaque cellule et, les propriétés de l'élément cellulaire une fois connues, on pénétrerait du même coup le mystère qui enveloppe jusqu'à cette heure les causes matérielles de la vie végétative des plantes ou des animaux. Rien d'étonnant dès lors que tant de savants aient constamment l'œil au microscope pour dévoiler quelque nouveau caractère de cet infiniment petit, dont l'importance est loin de se mesurer à la taille. Les recherches se sont tellement multipliées que des observateurs ont cru y trouver une matière suffisante pour alimenter une nouvelle revue. C'est ainsi qu'est née *la Cellule*, fondée récemment par le savant professeur de biologie cellulaire de Louvain, et ouverte à tous les mémoires originaux rentrant dans le cadre indiqué par un titre suffisamment expressif. Si les deux premiers fascicules consacrés l'un à la spermatogénèse, l'autre à la cytodiérèse des arthropodes, sont suivis d'autres tra-

vaux d'égal mérite, ce nouveau recueil est appelé à un brillant avenir.

Le travail de M. l'abbé Carnoy sur la *cytodiérèse* ou *division cellulaire* va nous permettre de donner un aperçu bien clair des différents modes suivant lesquels s'opère la multiplication des cellules non seulement dans le règne animal, mais aussi dans le règne végétal. Car c'est un des plus beaux résultats obtenus par le savant cytologiste, de rapprocher une fois de plus les deux règnes de la nature vivante, et de montrer l'identité des lois présidant à l'évolution des éléments anatomiques chez des êtres aussi éloignés sous le rapport de la sensation que la plante et l'animal.

L'auteur n'est pas sorti de l'embranchement des animaux invertébrés à membres articulés, les *arthropodes ;* et cela confirme bien ce que nous disions ici même que ces invertébrés, — insectes, myriapodes, arachnides, crustacés, — assez peu étudiés auparavant dans leur structure microscopique, fournissent à l'observateur une mine féconde de richesses encore ignorées.

Avant d'aborder le sujet de la division cellulaire, rappelons d'abord la constitution de la cellule elle-même. Pour la facilité du langage, toute science invente quelques nouveaux termes qui, pour être familiers aux initiés, peuvent cependant être une source d'obscurité aux profanes, fort désireux peut-être de pénétrer dans le sanctuaire, mais arrêtés dès l'abord par l'ignorance des mots de passe. Dans le désir bien légitime de montrer ses trésors, la science se montre parfois moins exigeante et se relâche de la rigueur dont elle fait profession envers ses adeptes. Aussi, dans cette courte étude, nous tâcherons de ne pas surcharger inutilement la mémoire de nos lecteurs, et nous réclamerons seulement leur attention pour quelques noms nouveaux choisis de préférence parmi ceux qui ont déjà acquis droit de cité en biologie. Nous abrégerons ainsi le discours et le rendrons moins fastidieux.

La cellule (fig. 1) est constituée par une matière organique complexe, le *protoplasme ;* il comprend deux substances, dont la première, la *plastine*, rebelle aux dissolvants et affectant la forme d'un réseau ou d'une éponge, est imbibée par la seconde, d'une consistance plus ou moins fluide. Je n'assure pas que le commençant qui, pour la première fois, mettrait l'œil à un microscope verrait dans une cellule quelconque le réseau protoplasmatique. Un histologiste même exercé devrait renoncer à voir directement la forme réticulée dans plus d'une cellule animale ou

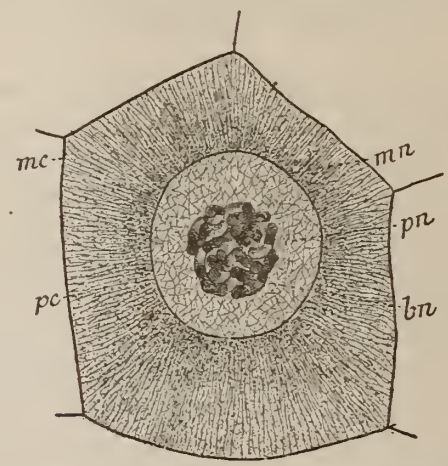


Fig. 1. Cellule et noyau typiques de l'épithélium intestinal d'un *asticot*.
mc, membrane cellulaire ; *pc*, protoplasme cellulaire ; *mn*, membrane du noyau ; *pn*, plasma du noyau ; *bn*, boyau nucléinien.

végétale. Remak, en 1853, a remarqué pour la première fois les trabécules du réseau, mais il les a interprétées comme des fibrilles isolées entre elles et éparses çà et là dans le fluide protoplasmatique. Son opinion a été suivie par plusieurs biologistes, mais d'autres ont cru apercevoir des fibrilles transversales reliant les premières, et ont conclu à l'existence réticulée. M. Flemming, observateur très perspicace, hésite à trancher le différend. Il nous semble

toutefois presque impossible de nier l'existence du réseau dans certaines cellules d'arthropodes (fig. 1) et, si l'on part du principe d'expliquer les cas obscurs par ceux qui sont clairs, nous croyons qu'on peut, sans trop se hasarder, conclure à l'existence du réseau dans l'universalité des cellules.

Le réseau résiste aux dissolvants tels que la potasse et le suc digestif artificiel, et cette propriété sert même à révéler son existence. Le fluide ou gélatine protoplasmatique se laisse dissoudre aisément. Il renferme souvent des granules éparpillés dans sa masse en nombre infini.

Le protoplasme est entouré d'une membrane dérivant, d'après l'abbé Carnoy, du réseau par la multiplication et la condensation des filaments réticulaires ; peut-être aussi la membrane devient-elle moins poreuse par la solidification du fluide protoplasmatique interposé entre les mailles.

Au sein de la cellule existe normalement un *noyau* (fig. 1). Ce qui frappe le plus dans le noyau est une substance, la *nucléine* ou *chromatine*, qui doit son dernier nom à sa facilité d'imbibition par les matières colorantes, le carmin, la safranine et surtout le vert de méthyle. On reconnaît donc facilement le noyau en plongeant la cellule dans une de ces substances, et en enlevant ensuite l'excès du réactif ; le noyau sort de ce bain revêtu d'une couleur intense qui tranche avec la teinte pâle du protoplasme environnant.

La forme typique de la nucléine est celle d'un boyau ou filament contourné plusieurs fois sur lui-même. Dans ces objets microscopiques, il n'est pas aisé de démêler, même avec de forts objectifs, les moindres détails de structure. Ainsi, suivant que l'on suppose les circonvolutions de la nucléine fusionnées ou non aux points où elles ont l'air de s'entrecroiser, on aura affaire à un *reticulum* ou à un véritable boyau continu. M. Balbiani a trouvé dans les noyaux de la glande salivaire des larves d'un diptère, le *Chironomus plumosus*, un filament de nucléide dont la

continuité était incontestable, et il a conclu à l'existence d'un filament semblable dans tous les noyaux. M. Strasburger s'était d'abord rallié à cette hypothèse, combattue d'autre part par M. Flemming, qui, sans nier l'exactitude de l'observation de M. Balbiani, reconnaissait dans le reticulum la figure type. Toutefois, récemment, le professeur d'Iéna a embrassé une opinion intermédiaire. Le filament nucléinien resterait unique et continu, mais ses circonvolutions pourraient parfois se souder entre elles aux points de contact, sans pourtant se fusionner complètement. Nous verrons plus tard la raison apportée pour justifier cette dernière restriction. Cette théorie mitoyenne est aussi celle de M. l'abbé Carnoy, plus d'accord à mon avis avec M. Strasburger qu'il ne croit l'être.

La nucléine est enfermée dans un tube à parois extrêmement minces, qui se laisse parfois observer assez facilement lorsque la nucléine se retire d'un segment pour s'accumuler dans les segments voisins. Supposons que le tube se vide entièrement de chromatine; il présentera l'apparence d'un reticulum de plastine. C'est là, d'après M. Heuser, l'origine du réseau qu'on aperçoit dans le noyau lorsque la nucléine se ramasse, comme il arrive parfois, en un globule amorphe. Mais M. l'abbé Carnoy, qui, le premier, a observé le reticulum nucléaire en enlevant la nucléine par l'acide chlorhydrique ou quelque autre dissolvant approprié, n'admet pas cette origine. D'après lui, le reticulum du noyau a la même signification que celui du protoplasme. Nous croyons le professeur de Louvain autorisé à admettre cette identité, qui semble bien manifeste dans les volumineux noyaux du cloporte (fig. 2) susceptibles de se laisser débiter en coupes minces par le microtome de Thoma. On voit ici que le reticulum nucléaire existe, bien que la nucléine ne se soit pas ramassée dans le globule amorphe de M. Heuser, mais possède sa forme naturelle de pelote et est par conséquent renfermée dans son étui.

Le noyau est entouré par une membrane et renferme souvent à son intérieur un nucléole dont la signification est multiple. Tantôt, c'est une simple enclave protoplasmatique, tantôt c'est une masse amorphe de nucléine, tantôt il possède sa membrane, son réseau et son boyau de nucléine et joue par rapport au noyau le rôle que celui-ci remplit vis-à-vis de la cellule (fig. 1 et 17[a]). Mais nous ne nous attarderons pas sur les discussions soulevées autour du nucléole, parce qu'elles intéressent moins le sujet principal que nous avons en vue et dont nous allons nous occuper, la division cellulaire.

Fig. 2. Coupe microtomique d'un noyau d'*Oniscus asellus*. *m*, membrane du noyau ; *bn*, sections du boyau nucléinien, *nr*, reticulum du noyau.

On a défini la vie un mouvement, et on dit très justement qu'elle consiste dans la série perpétuelle des mutations accomplies dans l'être organisé. La matière vivante se renouvelle constamment, mais, sous ce rapport, la vie n'est pas partout dans le corps au même degré d'activité. De même qu'il y a une jeunesse, un âge mûr, une vieillesse pour les individus complets, de même il y a lieu de distinguer dans les éléments microscopiques qui les constituent, des cellules jeunes et des cellules vieilles, et au sein du

même organisme, tandis que les unes commencent seulement leur développement, les autres seront déjà en pleine décrépitude.

Les cellules jeunes tendent à s'accroître, à se développer, à se multiplier ; aucune fonction chez elles n'est encore spécialisée, parce que toute leur activité est dirigée vers leur accroissement et leur multiplication. Sous ce rapport elles se ressemblent toutes, et cette ressemblance s'étend jusqu'à leur forme qui est plus ou moins sphérique.

D'autres cellules, au contraire, ont atteint leur plein développement, et de la même manière que chaque animal et chaque plante à l'état adulte a son genre de vie particulier, de même aussi les cellules adultes ont une fonction déterminée en vertu de laquelle leur forme se différencie. La cellule peut prendre ainsi la forme d'une fibre, comme nous l'observons dans le tissu musculaire ou nerveux. Cette fibre subit à la vérité des mutations internes, signes de sa vitalité, elle échange une partie de sa substance avec le milieu intérieur où elle est plongée, mais elle ne s'accroît, ne se reproduit plus.

Voulez-vous étudier la division cellulaire, c'est-à-dire, le mode par lequel les cellules se multiplient, ne vous adressez donc pas aux tissus différenciés, aux muscles par exemple ou aux nerfs adultes, mais aux tissus qui doivent encore évoluer avant de se différencier.

Ces tissus sont de deux sortes, ceux qui précèdent l'apparition de l'embryon et partant appartiennent aux parents, et ceux qui doivent leur existence à la fécondation et appartiennent à l'embryon. Pour observer avec quelque chance de succès la division cellulaire chez les arthropodes, il fallait donc s'attacher à étudier les tissus des organes internes de reproduction aussi bien que le tissu embryonnaire.

Dans la femelle, les ovules, jusqu'au moment de la fécondation, éprouvent une espèce d'inertie à laquelle succède, sans transition aucune, une activité exagérée aussitôt après la rencontre des spermatozoïdes. La transformation de l'ovule

fécondé trouverait certes sa place dans la cytodiérèse si on fait attention à l'étymologie du mot ; mais la division cellulaire typique, se compliquant ici de la pénétration d'un élément étranger dans la cellule, donne lieu à des phénomènes spéciaux moins propres à fournir une idée exacte de la multiplication de la cellule livrée à elle-même.

Les cellules testiculaires du mâle, au contraire, passent avant la fécondation par des états multiples, parfaitement décrits par M. Gilson dans son étude comparée de la spermatogénèse ; elles se divisent et se subdivisent, et réalisent ainsi le véritable type de la division cellulaire.

Les cellules embryonnaires, nées de l'ovule fécondé, partagent les propriétés des cellules testiculaires, et sont également un excellent sujet d'études.

Entre les cellules jeunes non encore différenciées et les cellules adultes possédant des fonctions tout à fait spécialisées, se trouve un genre intermédaire d'éléments anatomiques qui ne se distinguent guère des cellules jeunes par la forme, mais accomplissent des fonctions déjà bien déterminées. Nous voulons parler des cellules glandulaires et de leurs congénères, les cellules épithéliales, par exemple. Le protoplasme n'a pu s'adapter de préférence à une fonction sans subir une modification intime, qui toutefois, il faut le dire, ne se révèle pas facilement par les réactifs. D'autre part, cette modification ne doit pas être aussi profonde que dans les éléments adultes, où la forme anatomique elle-même a dû se plier à la nouvelle destination de la cellule. Il n'y a donc rien d'étrange à ce que ce genre de cellules participe à la faculté de reproduction des cellules jeunes, mais on doit s'attendre aussi à y voir les phénomènes de multiplication se développer avec moins de vigueur et d'intensité.

Nous savons maintenant pourquoi la *Cytodiérèse* de M. l'abbé Carnoy présente tant de figures empruntées aux cellules testiculaires ou embryonnaires des arthropodes, et pourquoi il s'y mêle également quelques figures fournies par les cellules épithéliales.

Au point de vue de l'observation microscopique, les cellules testiculaires offrent un avantage précieux au micrographe. C'est la facilité avec laquelle on parvient à les extraire et à les isoler. Voici le procédé employé en général par l'auteur de la *Cytodiérèse*. Il débite le tube testiculaire en petits tronçons, sur lesquels il exerce une légère pression avec le manche d'un scalpel. Les cellules sortent spontanément. Pour les empêcher de s'altérer, il les soumet aux vapeurs d'acide osmique ou d'acide sulfureux, qui ont la propriété de fixer les éléments anatomiques. Il les teint au vert de méthyle, qui colore parfaitement la nucléine à l'exclusion du reste du protoplasme et, après les avoir

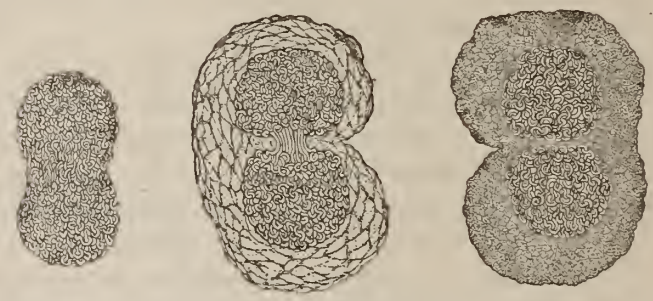


Fig. 3. Division d'une cellule testiculaire d'*Oniscus asellus*. — A gauche, le noyau est isolé.

placées dans un liquide conservateur, la glycérine par exemple, il les recouvre de la mince lamelle de verre usitée en microscopie. Il est bon de ne pas les englober dans un milieu qui se durcit comme le baume de Canada. On conserve ainsi la faculté de pouvoir, par une légère pression sur le couvre-objet, modifier la position de la cellule et l'examiner sous ses différentes faces. Dans plus d'un cas, c'est une ressource qu'il importe de ne pas négliger.

Nous prendrons pour point de départ de notre étude la théorie émise par M. Flemming sur l'existence de deux modes de division cellulaire, l'un *direct*, très simple

et caractérisé par l'étranglement du noyau, l'autre *indirect*, qui comporte des mouvements de translation très variés du noyau, soit dans sa totalité, soit dans ses différentes parties. Nous aurons à examiner ensuite si ces deux modes de division sont aussi tranchés que le veut le professeur de Kiel, ou s'ils ne constituent pas plutôt les deux anneaux extrêmes d'une chaîne composée de chaînons très nombreux.

Il n'y a pas vingt ans, en 1870, la division directe seule était connue, et l'on affirmait que tous les nouveaux noyaux étaient dus à un étranglement des anciens. Maintenant, au contraire, on tend à considérer ce mode comme exceptionnel ; il se vérifierait dans les globules blancs du sang, dans les infusoires, dans quelques algues. M. Flemming consent bien à admettre une division de noyaux par étranglement dans les cellules qui ne se divisent pas et restent multinucléées ; mais, quant à un étranglement des noyaux suivi ou accompagné d'une division similaire de la cellule, il va jusqu'à dire qu'en dehors des amibes et des cellules amiboïdes les exemples apportés par les auteurs ne sont guère concluants.

Du même coup, M. l'abbé Carnoy montre que cette opinion exclusive n'est pas justifiée, et nous donne un cas de division directe, vraiment typique à notre avis. Qui s'y serait attendu ? C'est dans un tissu éminemment actif que nous rencontrons le mode de division le plus simple qui se puisse imaginer. En examinant de nombreuses préparations de cellules testiculaires d'un cloporte, l'*Oniscus asellus*, le professeur de Louvain s'est trouvé presque toujours en présence d'une division directe bien marquée ; dans deux cas seulement la division indirecte apparaissait avec ses évolutions multiples. Le noyau de ces cellules (fig. 3 et 4) se fait remarquer par son boyau de nucléine qui se contourne sur lui-même en une pelote riche en circonvolutions. Pendant la division, la membrane nucléaire reste parfaitement

intacte. Le noyau n'a plus la forme sphérique de l'état de repos ; il s'est allongé suivant un de ses diamètres, phénomène commun à tous les cas de division, soit directe, soit indirecte. Sauf cet allongement, les éléments nucléaires n'ont subi aucun mouvement de translation, et leur disposition relative n'a pas été altérée.

Le noyau s'étrangle à son équateur. L'étranglement peut se produire simultanément sur toute la circonférence

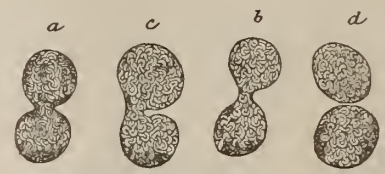


Fig. 4. Noyau de cellules testiculaires d'*Oniscus asellus* en voie d'étranglement.

(fig. 3) ; il peut également se manifester sur une des faces seulement et pénétrer ainsi jusqu'à la face opposée (fig. 4). Les deux nouveaux noyaux se partagent les éléments du noyau primitif, et n'empruntent rien au protoplasme cellulaire, sinon le liquide fortement aqueux qui traverse par une espèce d'osmose la membrane nucléaire et détermine l'allongement décrit plus haut.

La cellule se partage par un étranglement simultané avec celui du noyau (fig. 3). Cette circonstance à elle seule servirait déjà de réponse à l'objection possible, que l'étranglement du noyau ne serait pas un signe de division. Le noyau, même en repos, n'est pas toujours régulier et sphérique, et M. Flemming prétend de fait avoir vu des noyaux dont la surface, en dehors de l'état de segmentation, était naturellement marquée par un étranglement. Mais, là où la constriction de la cellule détermine celle du noyau, comme nous le voyons ici, il est évident que l'on est en présence d'un dédoublement dont on peut d'ailleurs suivre les progrès incessants.

La division cellulaire marche ici du même pas que la division nucléaire ; mais il n'en est pas toujours ainsi. Non seulement le noyau peut se diviser avant la cellule, mais il pourra se dédoubler par étranglement, tandis que la cellule se divisera par une plaque cellulaire analogue à celle des végétaux. On observe ce phénomène curieux dans les cellules graisseuses.

L'existence d'une plaque cellulaire chez les animaux est une découverte récente. M. Strasburger l'a signalée pour la première fois, en 1875, dans les cellules cartilagineuses de l'oreille du veau. Depuis lors le nombre des cas observés ne s'était pas fort accru, et sous ce rapport les arthropodes examinés par M. l'abbé Carnoy sont venus fournir un contingent considérable d'exemples nouveaux.

Dans les cellules graisseuses, il a vu fréquemment le noyau en voie de s'étrangler par le procédé de division directe ; jamais il n'a pu constater la division indirecte. Dans les cellules présentant deux noyaux écartés l'un de l'autre, il n'y a donc pas de doute qu'ils ne doivent leur origine à un étranglement.

Au contraire, jamais l'observateur n'a pu découvrir une cellule qui se divisât par voie de simple étranglement. La segmentation s'opère par une plaque cellulaire qui s'est montrée à toutes les phases de son développement. D'abord faiblement marquée dans l'intérieur de la cellule entre les deux noyaux déjà formés, elle continue à se dessiner davantage et s'avance peu à peu vers les bords. Dans les cas typiques, elle n'atteint pas la périphérie, mais se partage d'abord en deux lames qui, rejoignant la surface extérieure, vont se fusionner avec les membranes cellulaires. Ces deux lames commencent alors à se séparer à leur point de réunion, et, cet écartement progressant vers l'intérieur, chacune des deux nouvelles cellules finit par avoir sa membrane propre. Les figures 17[a] et 17[b], empruntées à un autre cas, donneront une idée assez claire de ce processus.

Comme on le voit, la division par étranglement se distingue de la division par plaque cellulaire en ce que, dans le premier mode, la membrane des cellules filles est empruntée tout entière à la cellule mère, dans le second, elle est empruntée seulement en partie, car une portion provient d'une plaque cellulaire formée indépendamment de l'enveloppe primitive.

Une petite zone de celle-ci reste d'ailleurs inutilisée ; c'est celle qui est comprise dans l'angle des deux lames de la plaque cellulaire. Parfois cependant un étranglement périphérique, qui reste toujours insignifiant, vient rejeter cette zone contre les deux lames avec lesquelles elle entre alors en coalescence. Les deux lames typiques peuvent d'ailleurs faire défaut et, dans ce cas, la membrane cellulaire primitive est mise complètement à profit.

Mais l'étranglement et la plaque cellulaire constituent-ils deux procédés aussi essentiellement différents que nous avons semblé le dire ? En d'autres termes, dans le cas d'étranglement, la membrane des cellules filles est-elle tout entière empruntée à la membrane de la cellule mère ? S'il faut s'en tenir aux apparences, nous n'avons pas à revenir sur cette formule, mais je doute fort qu'aucun histologiste sérieux s'imagine qu'en réalité la membrane primitive s'étire et s'enfonce pour former les deux replis de l'étranglement. Ces replis naissent sur place et par degrés aux dépens du protoplasme avoisinant. La membrane primitive ne subit aucunement de constriction, comme si on la serrait avec un fil. Le point d'inflexion des deux replis n'indique pas la limite où a été entraînée de force la première enveloppe, elle indique la limite où s'arrête à chaque moment la production simultanée des nouvelles membranes destinées aux cellules filles.

La différence entre la plaque cellulaire et l'étranglement se réduit donc à une question de temps. Si le protoplasme central de la cellule se transforme en membrane avant le protoplasme périphérique, il y a une plaque cellulaire ;

dans le cas contraire, il y a étranglement. Dans le premier cas, la formation de la nouvelle membrane est centrifuge ; dans le second, elle est centripète. Quelquefois elle peut être centripète et centrifuge simultanément, et l'on voit un étranglement marcher à la rencontre d'une plaque cellulaire.

Dans les figures que nous avons représentées, la division de la cellule est franchement indiquée ; mais il est loin d'en être toujours ainsi, et on va comprendre que l'étranglement de la cellule ait pu échapper à un observateur au moment même où il l'avait sous les yeux. Quand les deux lèvres de l'étranglement sont fort écartées l'une de l'autre et offrent un angle très ouvert (fig. 3), un micrographe même novice ne peut manquer de l'apercevoir dans ses préparations. Mais supposez les deux replis très rapprochés, supposez la cellule quelque peu sombre, on pourra s'imaginer avoir affaire à deux cellules simplement contiguës et déjà complètement séparées : et cependant, si on avait examiné avec plus de soin, on aurait trouvé que le protoplasme des deux cellules était encore en communication au centre, et l'on aurait pu se rendre le témoignage qu'on assistait à une division cellulaire en pleine activité. Or de tels cas ne peuvent être considérés comme exceptionnels, si l'on fait attention qu'après la division les cellules sont rarement tangentes en un point, mais plutôt aplaties les unes contre les autres ; il y a donc lieu de supposer que cette disposition remonte à l'époque même de la segmentation, et que l'angle présenté par l'étranglement était excessivement aigu. Telle est peut-être la cause pour laquelle les annales de la science relatent si peu de cas authentiques d'étranglement de la cellule, comme nous l'avons entendu affirmer plus haut par le savant professeur de Kiel.

Si la division directe n'entraine guère de déplacement relatif des parties intégrantes de la cellule, il n'en va pas de même de la division indirecte. Celle-ci est très complexe,

aussi pour la bien saisir convient-il d'y distinguer plusieurs étapes. Nous allons les suivre sur une cellule testiculaire d'une espèce de criquet, le *Stenobothrus*. Nous prendrons pour points de repère des différentes phases les changements éprouvés par le filament nucléinien.

Ce filament possède en général un indice de réfraction à peu près égal à celui du reste de la cellule. Pour l'observer distinctement, il faut donc le soumettre à des réactifs colorants qui tuent la cellule. L'évolution des cellules s'arrête d'ailleurs spontanément dans la majeure partie des cas par le fait seul qu'elles sont soustraites à leur milieu naturel. C'est pourquoi les histologistes, quand ils veulent se rendre compte des différentes phases de la division

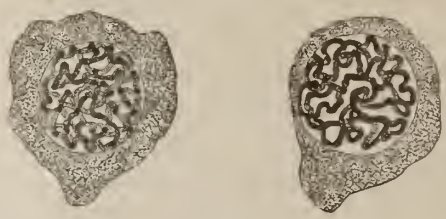


Fig. 5. Cellule testiculaire de *Stenobothrus viridulus*, au repos d'abord, puis commençant à prendre une forme nettement pelotonnée.

indirecte, ne sont guère tentés de les suivre sur une seule cellule, mais ils les étudient sur autant de cellules qu'il y a d'étapes à considérer. Pour relier ces diverses observations et établir l'échelle chronologique du développement, ils s'appuyent sur le principe que la nature ne procède pas par sauts. Généralement les transitions sont si fortement marquées que des observateurs indépendants arrivent forcément à des conclusions identiques sur l'ordre des phases.

L'exemple que nous allons étudier répond de tous points au type de division indirecte proposé par M. Flemming. Nous nous réservons d'indiquer ensuite les aberrations nombreuses par lesquelles la nature sait toujours

échapper aux lois théoriques qui auraient la prétention de vouloir la dominer.

La première phase est marquée par la forme nettement pelotonnée que prend le filament nucléaire (fig. 5 et 6).

A l'état de repos de la cellule, les observateurs, nous l'avons vu, sont en désaccord sur la structure de la nucléine. Les uns admettent le réseau, les autres penchent pour le filament unique. Pendant la première phase, toute divergence cesse, car alors la nucléine prend nettement la forme d'un boyau continu, dont il est aisé de suivre les sinuosités dans l'intérieur du noyau. C'est même sur cette

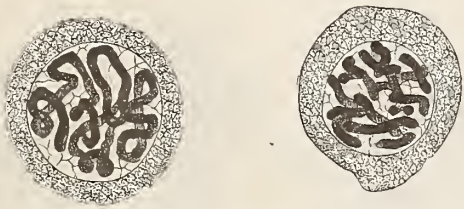


Fig. 6. Achèvement de la forme pelotonnée. — Formation des bâtonnets.

circonstance que M. Strasburger s'appuie pour nier l'existence d'un véritable reticulum à l'état de repos ; les apparences contraires sont dues à l'adhérence que contractent entre eux les replis du filament ; au moment où le noyau entre en activité, ces adhérences disparaissent et le fil peut se dérouler librement.

Dans la seconde phase le filament se rompt en un certain nombre de tronçons ou bâtonnets, parfois droits, parfois recourbés en une anse qui, suivant toute probabilité, est un des anciens points d'inflexion des sinuosités (fig. 6).

Le noyau primitivement sphérique s'allonge dans un sens déterminé ; mais, en se dilatant suivant un axe, il ne se contracte pas suivant l'axe perpendiculaire (fig. 7). Il gagne donc en masse, ou plutôt c'est parce qu'il gagne en masse

qu'il s'allonge. Ce nouvel apport de substance se fait par une pénétration moléculaire à travers la membrane ; c'est de l'eau qui est apportée en grande partie, s'il faut s'en rapporter aux vacuoles qu'on constate souvent dans les cellules à ce moment.

Alors également apparaît un *fuseau* formé de filaments de plastine. Il s'étend dans le sens du grand axe du noyau. De plus, à partir des deux pôles comme centres, se dessinent dans l'intérieur de la cellule deux figures étoilées, les *asters*, dont les rayons se recourbent autour du noyau. Ces asters sont plus ou moins développés, plus ou moins

Fig. 7. Le noyau s'est allongé suivant un axe. Formation du fuseau et des asters. Marche des bâtonnets vers l'équateur. — Dans la figure du milieu, le noyau est isolé ; les bâtonnets se sont portés à l'équateur. — Dans celle de droite, la couronne équatoriale est représentée vue de face.

distincts, suivant les cellules et les animaux qu'on observe. Chez certains nécroptères ou myriapodes, le phénomène se présente dans tout son éclat (fig. 8).

M. Strasburger prétend que le fuseau dérive du protoplasme de la cellule, M. l'abbé Carnoy le rattache au contraire à celui du noyau et le considère comme une transformation du reticulum nucléaire, qui était inconnu au professeur d'Iéna. La question peut paraître insoluble quand le fuseau est examiné dans une cellule où la membrane du noyau est déjà rompue au moins en quelques points. Mais le professeur de Louvain a eu la bonne fortune de trouver des noyaux encore complètement enveloppés d'une membrane relativement épaisse, et renfermant

déjà cependant un fuseau parfaitement formé. De plus, dans des noyaux au repos, le reticulum, accidentellement étiré par les aiguilles, se dispose en filaments groupés de façon à produire l'illusion d'un fuseau naturel.

Toutefois M. Strasburger apporte des expériences positives en faveur de son opinion, et le talent de l'observateur ne nous permet pas de les négliger complètement. Au moment de la rupture du filament de nucléine, certains noyaux présentaient, en apparence du moins, un protoplasme parfaitement homogène. Tout à coup, par différents points de la membrane, des espèces de filaments semblaient

Fig. 8.

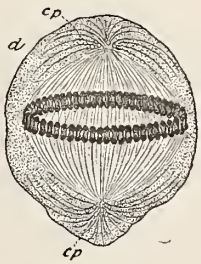


Fig. 9.

Fig. 8. Cellule testiculaire de la *Scolopendra dalmatica*. Couronne équatoriale. Asters envahissant toute la cellule.

Fig. 9. Cellule testiculaire de l'*Astacus fluviatilis*. Couronne équatoriale. — *cp*, corpuscules polaires.

pénétrer dans l'intérieur et s'arranger ensuite en fuseau. De telles observations nous feraient peut-être pencher vers l'opinion intermédiaire, que le protoplasme cellulaire, sans être la cause unique et nécessaire du fuseau dans tous les noyaux, pourrait dans certains cas concourir à sa formation. Nous verrons que la destinée finale du fuseau n'est pas toujours la même ; quelquefois il est repris par les nouveaux noyaux, quelquefois il va se fusionner avec le réseau de la cellule. Pourquoi ne pourrait-on retrouver à la naissance de cette figure la même variété qui caractérise la fin de son existence ?

D'ailleurs le professeur de Louvain ne semble pas loin de partager notre avis ; car, en rattachant le fuseau au reticulum nucléaire, il ne prétend point qu'il dérive tout entier d'un étirement mécanique des trabécules réticulaires produit par l'allongement de l'axe principal du noyau. L'épaisseur et le nombre des filaments du fuseau protestent contre une telle interprétation. Le reticulum, en conservant sa masse primitive, ne peut fournir une quantité de matière suffisante pour la formation de la figure fusoriale. Il doit donc s'opérer dans l'intérieur du noyau l'accroissement de plastine qu'on observe dans toute cellule qui grandit. La masse des filaments croît avec la cellule elle-

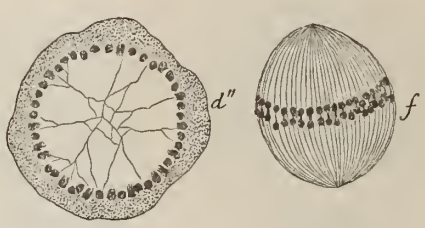


Fig. 10. A gauche, la couronne équatoriale est vue de face ; à droite le noyau seul est représenté, les boules des bâtonnets commencent à se séparer.

même. Les filaments augmentent donc sur place aux dépens des matières fluides ou des granules qui existent ou qui pénètrent dans le noyau. Au moment de la rupture de la membrane nucléaire, le protoplasme cellulaire envahit le noyau, sinon avec son reticulum, ce que M l'abbé Carnoy nie, du moins avec ses granules. Il n'y a donc aucune impossibilité à ce que ceux-ci concourent alors à la formation du fuseau, et le professeur de Louvain penche fortement vers cette hypothèse. On voit en effet les granules cellulaires qui se sont interposés entre les filaments fondre, pour ainsi dire, peu à peu à mesure que les filaments grossissent. Quoi de plus naturel que de rattacher ces deux phenomènes et d'admettre que la même cause qui produit les filaments de plastine aux dépens des éléments amorphes

du noyau peut également s'exercer avec le même succès sur les granules de la cellule ?

Les cas d'intégrité de la membrane nucléaire au début de la seconde phase ont servi, nous venons de le voir, à élucider la question de l'origine du fuseau ; ils jettent aussi du jour sur la naissance des asters et montrent qu'ils sont formés aux dépens du protoplasme de la cellule. Mais en vertu de quelle influence secrète les pôles du noyau semblent-ils les centres de production de ces figures étoilées ? On pourrait peut-être songer à une cause purement mécanique. Les deux pôles du noyau en s'écartant l'une de l'autre refouleraient le reticulum cellulaire, et les mailles

Fig. 11. Couronne équatoriale du *Bacillus linearis*. Les bâtonnets se vident de nucléine en leur milieu ; puis ils se divisent longitudinalement suivant la droite qui se dessine dans la partie claire.

plus condensées aux pôles deviendraient en apparence des centres de rayonnement. Mais l'épaisseur des filaments qui, au lieu d'être amincis par l'étirement, deviennent au contraire plus volumineux, ne concorde pas avec cette supposition. M. l'abbé Carnoy suggère à titre de simple hypothèse une autre solution. C'est qu'il existerait dans le noyau une espèce de ferment soluble capable d'opérer la transformation du protoplasme amorphe en filaments de plastine. Ce ferment, dans l'intérieur du noyau, produit les filaments du fuseau ; c'est lui également qui, filtrant à travers la membrane nucléaire aux pôles et se diffusant à des distances plus ou moins grandes dans la cellule, produirait les filaments des asters.

Avec la troisième phase, les bâtonnets de nucléine com-

mencent à exécuter une série de mouvements bien extraordinaires. Ils quittent les positions qu'ils occupaient çà et là dans l'intérieur du noyau, se portent vers la périphérie et descendent ensuite tous vers l'équateur pour y former la *couronne équatoriale*. Le nom même l'indique assez, cette couronne est vide au centre,et les bâtonnets disposés régulièrement sur la circonférence sont plantés parallèlement à l'axe du noyau quand ils sont droits, tournent leur convexité vers le centre quand ils sont courbés en anse (fig. 7).

Les évolutions exécutées par les bâtonnets sont restées jusqu'ici un phénomène inexpliqué, et nous ne tenterons pas même d'en rechercher la cause.

Fig. 12. Les deux tronçons des bâtonnets se séparent en faisant une révolution sur eux-mêmes, marquée par la courbure de la flèche. Grâce à ce mouvement, leur séparation a l'air de s'être effectuée suivant le plan transversal.

Dans la couronne équatoriale, les bâtonnets éprouvent souvent un dédoublement longitudinal ou transversal. Nous trouvons un exemple de ce second mode chez l'*Astacus fluviatilis*,l'écrevisse ordinaire. Les bâtonnets,arrivés à l'équateur, s'étranglent en leur milieu (fig. 9) : les petites masses sphériques, résultant de cet étranglement s'écartent ensuite l'une de l'autre, et ne sont bientôt plus rattachées que par un fil extrêmement ténu qui finit lui-même par se rompre (fig. 10).

Chez le *Bacillus linearis*, sorte d'orthoptère, le dédoublement est longitudinal (fig. 11), mais il se complique d'une révolution des deux tronçons, qui simule un dédoublement transversal (fig. 12).

La quatrième phase se résume dans la marche des bâtonnets vers les pôles pour former les couronnes polaires (fig. 13 et 14). Si les bâtonnets se sont divisés à l'équateur, les deux fragments cheminent en sens contraire, et remontant chacun le long d'un filament fusorial, arrivent aux pôles opposés. Si les bâtonnets restent indivis, ils se distribuent, en nombre égal, à chacun des deux pôles.

Ils sont guidés dans leur ascension polaire par les filaments du fuseau. Les bâtonnets courbés en anse, embrassent le filament dans leur concavité. On ne peut pas dire exactement qu'ils chevauchent sur lui, expression qui semblerait indiquer que le plan déterminé par les deux bran-

Fig. 13. Marche des bâtonnets de la fig. 7 vers les pôles. — Dans les deux figures de gauche, les noyaux seuls sont représentés.

ches du bâtonnet est perpendiculaire au filament ; or ce plan est toujours oblique, une des branches se trouvant toujours en avance sur l'autre. Si les bâtonnets chevauchent, ils chevauchent donc de travers.

Parfois les bâtonnets, au lieu de se porter vers les asters, vont se concentrer en deux points situés à 90° de ces figures (fig. 15). La cellule s'allonge alors suivant l'axe qui joint les deux couronnes de bâtonnets.

La reconstitution du boyau de nucléine et la formation complète des nouveaux noyaux marquent la cinquième étape de la division indirecte (fig. 16). Les bâtonnets, groupés d'abord en couronne, se soudent bientôt bout à

bout et reconstituent un filament continu de nucléine. Si l'on n'a aucune idée de la cause qui a présidé à la rupture du filament primitif dans la seconde phase, au moins le phénomène en lui-même ne présentait-il rien d'anormal ou de singulier. Mais comment s'imaginer ici le jeu de cette force qui va chercher chaque bâtonnet, le rapproche d'un de ses compagnons et soude une des extrémités du premier à une des extrémités du second? Phénomène étrange et de nature à déconcerter pour longtemps toute tentative d'explication.

Fig. 14. Couronne polaire. — A droite, la couronne polaire est vue de face.

Dans la cinquième phase aussi bien que dans la première, nous retrouvons l'accord des cytologistes sur l'existence d'un filament unique pelotonné sur lui-même. Les circonvolutions vont se serrer ensuite les unes contre les autres, se souder peut-être entre elles, et de nouveau surgira la question du filament unique et du réseau.

Quant au fuseau, ses filaments commencent à s'obscurcir à partir des deux nouveaux noyaux, tandis qu'ils sont encore parfaitement visibles à l'équateur. Chaque noyau s'entoure d'une zone claire de protoplasme emprunté à la cellule, puis la membrane nucléaire commence à se dessiner. Elle marque ensuite de plus en plus ses contours. Le noyau est achevé.

Pendant ce temps, les filaments du fuseau se sont épaissis en leurs milieux ; ces renflements se joignent les uns aux autres et constituent par leur réunion une

plaque fusoriale (fig. 16). Cette plaque déborde souvent dans le protoplasme cellulaire environnant (fig. 17[a]), et devient la plaque cellulaire ou complétive dont nous avons déjà parlé.

Tantôt cette plaque se divise en deux, d'après le mode que nous avons indiqué plus haut en parlant de la division directe, et complète ainsi la division des cellules ; tantôt, après une courte apparition, elle s'évanouit, et la division s'achève par un étranglement ; tantôt celui-ci même fait défaut, et l'on a un cyste multinucléé équivalent à plusieurs cellules.

L'espace triangulaire compris entre les deux lames de

Fig. 15. Position définitive des bâtonnets chez l'*OEdipoda cærulea*.

la plaque cellulaire, quand elles existent, offre cette propriété qu'il ne contient pas de reticulum cellulaire. Ce fait est évident dans la fig. 17[b]. Rien donc ne se perd du reticulum primitif ; il fait tout entier retour aux nouvelles cellules. Le déchet, s'il existe, porte uniquement sur le liquide et les granules du protoplasme.

Tel est l'ordre le plus ordinaire des évolutions multiples exécutées par le noyau dans le second mode de division de la cellule. L'ensemble des figures diverses que revêtent le boyau de nucléine et le fuseau a reçu de Schleicher, en 1879, le nom de *figures caryocinétiques*, et c'est par leur présence que M. Flemming distingue la division indirecte de la division directe.

Il peut être libre, certes, à un savant de définir, dans un but déterminé, ses mots comme il l'entend, et d'établir ses groupes sur tel caractère qu'il peut lui sembler bon de choisir. Mais, si une classification arbitraire peut se plier ainsi au bon vouloir des histologistes, la classification naturelle a d'autres exigences, et l'on peut se demander à bon droit si M. Flemming les a parfaitement remplies.

Tout d'abord, il ne s'agit pas de deux modes de division cellulaire, dont chacun serait unique en son genre. Il s'agit de deux groupes de divisions cellulaires. Ni la division directe, ni l'indirecte, ne s'accomplissent toujours d'après

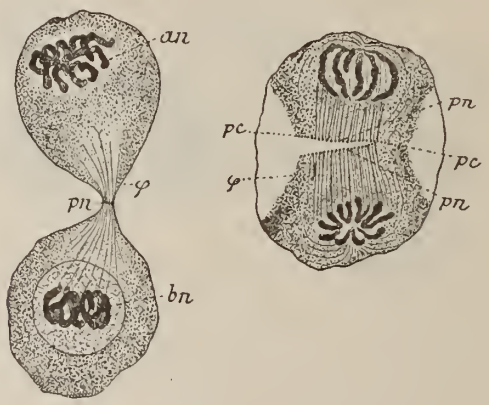


Fig. 16. Transformation de la couronne polaire de la fig. 14 en boyau de nucléine. Formation du nouveau noyau. — *an*, couronne polaire ; *bn*, boyau de nucléine ; *pn*, plaque fusoriale ; *pc*, plaque cellulaire ; φ, étranglement.

un procédé uniforme. Pour ne citer ici qu'un exemple, chacune des deux divisions s'achève tantôt par l'étranglement de la cellule, tantôt par le dédoublement d'une plaque cellulaire. Les deux *genres* de division contiennent donc des *espèces* bien variées.

Une classification par genres est naturelle à une condition, c'est que toutes les espèces renfermées dans un des genres se ressemblent plus entre elles qu'à celles de l'autre genre. Vérité tellement évidente, qu'elle a l'air d'être

naïve. C'est cependant contre cette loi qu'on pèche généralement en établissant des classifications. Les espèces que vous aurez rassemblées dans un genre seront, je le veux bien, ressemblantes par le caractère arbitraire que vous aurez choisi ; mais des espèces que vous aurez disséminées dans deux genres différents pourront se ressembler par un autre caractère. Deux divisions cellulaires que vous aurez rejetées dans deux genres distincts parce que l'une se fait par étranglement du noyau et l'autre par les figures caryocinétiques, moi, je les rangerai dans le même groupe parce que toutes deux se font par étranglement de la cellule. Qui aura raison, de vous ou de moi ? Évidemment celui qui aura choisi le caractère le plus important. Et, s'il y a doute sur l'importance des caractères, il faudra renoncer à baser une classification naturelle sur ces caractères et rejeter toute espèce de groupement.

M. Flemming a-t-il été fidèle à ces principes ? M. l'abbé Carnoy ne le croit pas et nous partageons son avis. Il estime avec raison qu'il n'y a pas lieu de faire de classification, à cause de l'extrême variété que présentent la division directe et la division indirecte et des nombreux points de rapprochement qui existent entre elles.

Prenons par exemple un caractère qui nous semble, sauf meilleur avis, égaler en importance les figures caryocinétiques: la dépendance des nouveaux noyaux vis-à-vis du protoplasme de la cellule primitive. Dans la division directe au sens de M. Flemming, le noyau reste pendant tout le temps entouré de sa membrane ; les échanges qu'il fait avec le protoplasme cellulaire se réduisent donc aux substances qui peuvent suinter à travers son enveloppe. Au contraire, dans la division indirecte, la membrane nucléaire se rompt, et après sa dissolution complète le protoplasme cellulaire envahit en bloc le noyau avec ses granules et son reticulum de plastine. Le noyau d'autre part cède à la cellule les filaments de son fuseau. Voilà certes une différence bien accentuée, et nous croyons qu'il ne serait

point illégitime de fonder une classification sur la permanence ou la disparition de la membrane nucléaire. Si cette classification coïncidait toujours avec celle de M. Flemming, nous pourrions peut-être admettre que celle-ci est naturelle. Mais M. l'abbé Carnoy a trouvé les figures caryocinétiques et un fuseau parfaitement formé dans des noyaux qui se divisaient par simple étranglement de leur membrane sans rupture de cette dernière (fig. 18). Que faudra-t-il faire de ce cas ? Vaudra-t-il mieux le ranger

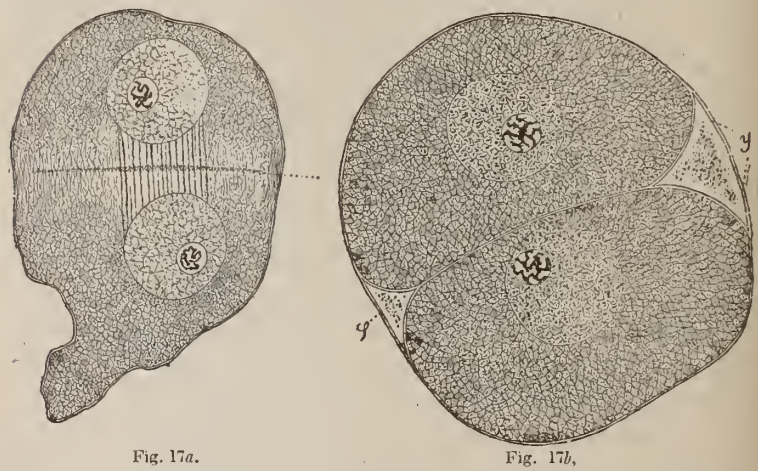


Fig. 17*a*. Fig. 17*b*.

Fig. 17*a*. Plaque cellulaire en voie de formation chez le *Lithobius forficatus*.
Fig. 17*b*. Plaque cellulaire complète chez le *Lithobius forficatus*. — φ, étranglement ; *y*, espace triangulaire.

avec ceux qui ne présentent pas de rupture de la membrane nucléaire mais n'offrent pas non plus de figures caryocinétiques, ou avec ceux où les figures caryocinétiques sont accompagnées de la rupture de la membrane ? Faudra-t-il peut-être en former une troisième classe servant de transition entre les deux autres ? Mais où s'arrêtera-t-on dans cette voie ? Va-t-il falloir introduire de nouvelles classes pour les cas où la segmentation de la cellule s'effectue par voie d'étranglement, par voie de plaque cellulaire ; de

nouvelles encore, suivant que les asters sont aux extrémités de l'axe polaire ou d'un axe perpendiculaire, de nouvelles enfin suivant que les bâtonnets se scindent ou non à l'équateur ? Toutes ces classes risquent fort de s'enchevêtrer entre elles. Et la raison en est simple ; c'en que, pour emprunter une comparaison au sujet qui nous occupe, la nature n'opère pas toujours les transitions suivant un filament unique mais suivant un réseau, dont chaque point de croisement est relié à un grand nombre d'autres rangés circulairement autour de lui.

Une preuve plus péremptoire encore de l'affinité de la division directe et indirecte, c'est qu'elles peuvent se rencontrer chez les mêmes animaux et dans les mêmes tissus, M. l'abbé Carnoy le démontre par plusieurs exemples. Il en va de même d'ailleurs des autres particularités qui caractérisent la segmentation des cellules ; aucune ne semble confinée dans une espèce spéciale d'êtres vivants ou dans une catégorie déterminée de tissus. Toutes ont un caractère d'universatilité bien marqué.

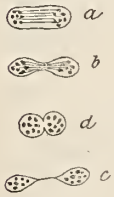


Fig 18. Noyaux en division de l'*Opalina ranarum*.

Ce n'est donc plus par l'ovule primitif seul que se ressemblent les organismes répandus sur la surface du globe ; c'est également par les cellules secondaires issues de cet ovule, par les différents constituants de ces cellules — réticule cellulaire, reticule nucléaire, boyau de nucléine, — c'est par le mode même de multiplication et de reproduction des cellules. Est-il dès lors étonnant que les êtres vivants, malgré la disparité de leur forme totale, présentent cependant tant de points de contact ? N'est-il pas plutôt singulier d'y constater des différences que d'y relever des traits de similitude? Pour donner la raison des affinités des familles et des espèces, inutile donc de recourir à une filiation d'une souche commune, quand elles s'expliquent aisément par l'identité de nature des éléments qui entrent dans la

constitution des organismes. De même que l'identité des formes cristallines de deux sels isomorphes s'interprète par la ressemblance de leur constitution chimique sans qu'on songe à faire dériver ces corps d'une origine commune, de même les nombreuses ressemblances que présentent les corps vivants peuvent s'expliquer par la seule identité de leur structure microscopique. Et, de cette façon, les travaux des histologistes sur la cellule pourraient peut-être acquérir plus tard une portée immense dans une question intéressante, mais actuellement insoluble par le défaut de preuves assez évidentes pour amener l'accord entre les savants. Il y a longtemps déjà que nous avons signalé ce nouveau mode de solution d'un problème qui à notre époque tient constamment les esprits en éveil.

G. Hahn, S. J.

RAISON ET FOI

La dernière encyclique *Immortale Dei* n'a pas fini peut-être d'exciter les commentaires et d'accaparer l'attention des divers partis catholiques. Me serait-il permis néanmoins de rappeler aux combattants que les questions politiques mettent si fort en campagne un autre document de valeur égale, d'origine pareille, de semblable importance, autour duquel ils firent moins de bruit et qui attend encore les résultats pratiques qu'avait visés l'auteur ? Je veux parler de l'encyclique *Æterni Patris*, par laquelle le souverain pontife Léon XIII recommandait, il y a déjà plusieurs années, l'élargissement des programmes théologiques à la mesure des sciences nouvelles et l'emploi de la méthode rationnelle à l'imitation de l'illustre docteur saint Thomas d'Aquin.

Ce serait vraiment une docilité trop restreinte et une fidélité trop relative de se réclamer, comme on le fait parfois, des grands théologiens du moyen âge, et de borner l'enseignement théologique à des *compendium* étroits, incomplets, sans aucune ouverture aux sciences naturelles et physiques, qui tenaient jadis une si large place dans la scolastique, comme en témoignent encore sous nos yeux les

Sommes immortelles des Albert le Grand, des Roger Bacon, des Raymond Lulle, des deux Saint-Victor, et de tous les maîtres.

Sans doute il y a aujourd'hui quelque injustice dans la façon hautaine et méprisante dont la théologie est traitée par les rationalistes séparés et par les physiciens matérialistes : mais l'hostilité des positivistes doit-elle nous faire négliger les recommandations des papes et l'autorité des conciles ?

« Les temps où nous vivons, écrivait Léon XIII dans sa lettre encyclique du 15 février 1882, exigent une doctrine qui n'embrasse pas seulement la science sacrée, mais la science philosophique enrichie de toutes les découvertes physiques et historiques », et le concile du Vatican avait dit avant Léon XIII : « Non seulement l'Église ne condamne pas l'étude des sciences humaines, mais elle y aide au contraire, elle y encourage par toutes sortes de moyens ; car elle ne veut ni ignorer ni mépriser les avantages qui en résultent pour cette vie terrestre, et même elle professe que, dérivées de Dieu, qui est le maître en toute science, elles mènent à Dieu ceux qui les étudient avec droiture d'esprit et avec le secours de la grâce. » — Constitutio de Fide Cath., cap. IV.

Les matérialistes, en effet, ont beau dire ; la raison et la science sont œuvres de l'esprit, et ce n'est pas à nous à éteindre l'esprit, dit St. Paul, « *spiritum nolite extinguere* » ; car l'esprit d'intelligence, de science et de raison, est l'esprit même de notre Dieu, avait dit Isaïe, *spiritus Domini spiritus sapientiæ et intellectus, spiritus scientiæ.* — Isaïe, XI. 2.

Léon XIII, sur ce point non plus, n'a rien innové : ses lettres d'encouragement à notre Société scientifique de Bruxelles, à M. Duilhé de Saint-Projet, auteur de l'*Apologie scientifique*, et à d'autres savants, sont l'écho du Livre inspiré et des lettres patentes par lesquelles les souverains pontifes, ses prédécesseurs, fondèrent et confirmèrent les universités du moyen âge.

La lettre encyclique *Æterni Patris* est de plus un programme tracé de main de maître aux philosophes et aux théologiens catholiques.

Elle établit premièrement au point de vue théorique le rôle important que la disposition actuelle et la constitution naturelle de l'esprit humain assignent à la raison vis-à-vis de la foi, à la philosophie vis-à-vis de la théologie.

Elle prouve en second lieu, par une démonstration historique, que le rôle de la raison et de la philosophie a toujours été ainsi entendu par les ancêtres éminents de la théologie, Pères de l'Église primitive ou scolastiques du moyen âge, notamment par saint Augustin et saint Thomas d'Aquin.

Comme conclusion pratique, elle recommande particulièrement la méthode et la doctrine authentique de saint Thomas d'Aquin, mais — la restriction est expresse — sans exclure des legs du passé, ni les autres méthodes, ni les autres doctrines qui, à quelque époque que ce soit, ont joui de la liberté dans l'École ; mieux encore, en faisant appel pour le présent et l'avenir à toutes les recherches impartiales et à tous les justes progrès.

Tels sont les points de vue successifs que je me propose de développer ici : d'abord la théorie de la foi et de la raison ; puis la conformité de cette théorie à l'enseignement des Pères et des scolastiques ; je terminerai par une conclusion adaptée aux recommandations pontificales et aux besoins de l'heure présente.

Je prie Dieu et les lecteurs de suppléer à mon insuffisance.

PREMIÈRE PARTIE.

THÉORIE DE LA FOI ET DE LA RAISON.

Étudions tout d'abord le point de vue logique, c'est-à-dire le rôle de la raison et l'importance de la philosophie dans la théologie chrétienne.

Dieu seul est une réalité absolue et un être parfait. Toute chose et toute vie créées, ayant commencé par le néant, en gardent, surtout ici-bas, la trace indélébile et l'irréfragable souvenir ; car l'imperfection nous reste, chargée de nous prouver à toute heure, comme dit le Psalmiste, que nous avons été faits et que nous ne nous sommes point faits nous-mêmes. Toujours notre esprit comme notre corps manque par quelque endroit ; et il n'est pas en nous jusqu'à nos facultés de lumière, la raison et la foi, qui n'aient, comme les astres dans l'espace, leur clarté et leur ombre, leur jour et leur nuit, même en leur plus beau jour quelque tache qui les défigure et quelque brouillard qui les obscurcisse.

De là des logiciens à outrance, qui, récusant toute lumière au nom des ténèbres avoisinantes, nient généralement toute certitude et font du doute absolu l'unique résultat de la critique et le dernier mot de l'intelligence.

De là aussi des esprits artificiels, qui prétendent couper en deux leur intelligence, faire aux ombres et à la lumière un domaine absolument séparé ; de sorte que la certitude étant fixée tout entière sur un point et le doute sur un autre, il n'y a de vrai que la raison pour les rationalistes sans croyance, il n'y a de vrai que la foi pour les croyants sans raison. Esprits contre nature, qui oublient que notre être imparfait, relatif, tient un milieu certain et une existence bornée entre l'Être absolu qui est Dieu et le non-être absolu qui est l'impossible. Chrétiens inconséquents, qui ne se souviennent pas que, dès le premier jour où Dieu prit

sous une forme visible la direction de son peuple, c'était une colonne mi-partie de lumière et mi-partie de ténèbres qui faisait éclater tout ensemble et voilait sa présence. Et du reste l'Église elle-même dans son Cantique, ne dit-elle pas qu'il y a des ombres à sa beauté, ce qui ne l'empêche pas, ajoute-telle, d'obtenir l'amour du divin époux ! « Nigra sum, sed formosa ; ideo dilexit me Rex. » — Cant. I, 4.

L'Église, en effet, connaissant mieux en s'y conformant les conditions de la vie terrestre, continue à tenir le milieu tranquille de la vérité entre les deux extrémités des erreurs opposées (1). Sans se laisser troubler par les impudences de ses adversaires, sans se laisser engager par les imprudences de ses défenseurs, elle porte toujours par le monde, l'agitant de moment en moment pour en aviver la flamme, ce flambeau de la foi, moitié lumière moitié ombre, que Jésus-Christ a allumé et perpétue entre ses mains.

« C'est donc d'un immense et admirable bienfait que l'unique Fils du Père éternel favorisa le monde, dit notre lettre encyclique, lorsque, sur le point de remonter au ciel après être venu sur la terre pour apporter au genre humain le salut et la lumière, il ordonna aux apôtres d'aller enseigner tous les peuples, et laissa aux nations comme suprême et commune maîtresse d'enseignement l'Église fondée par Lui. Les hommes, après avoir été affranchis par la vérité, devaient, en effet, être conservés par la vérité (2). »

Soutenir la vérité et combattre l'erreur fut ainsi toujours le premier devoir de l'Église et de son chef suprême. C'est pourquoi Léon XIII, voyant que la philosophie et la

(1) Sancta catholica et apostolica Ecclesia inter errores contrarios media lento passu incedit. (S. Thomæ Aquin. Opusc. 3; *Contr. Græcos*, IX.)

(2) « Æterni Patris Unigenitus Filius, qui in terris apparuit, ut humano generi salutem et divinæ sapientiæ lucem afferret, magnum plane ac mirabile mundo contulit beneficium, cum cælos iterum ascensurus, Apostolis præcepit, ut *euntes docerent omnes gentes ;* Ecclesiamque a se conditam communem et supremam populorum magistram reliquit. Homines enim, quos veritas liberaverat, veritate erant conservandi. »

science égarent aujourd'hui et détournent de l'Église un grand nombre de chrétiens instruits et de bonne foi, au lieu de condamner sur ce motif la science et la raison humaines, rappelle au monde catholique leur dignité native, leur mission providentielle, et recommande aux prêtres chargés d'instruire le peuple une culture philosophique qui soit à la hauteur des difficultés apologétiques de l'heure présente.

« Comme les pasteurs suprêmes de l'Église, continue la lettre encyclique, ont toujours estimé que c'était un devoir de leur charge — tout en poussant au progrès général scientifique — de pourvoir en même temps avec une vigilance particulière à ce qu'il y eût partout des écoles où l'on conformât exactement à la foi catholique toutes les sciences humaines, mais surtout la philosophie, de qui dépend la juste notion des autres sciences... Et comme d'autre part c'est la nature même qui a formé l'homme à prendre la raison pour guide ; ou plutôt comme c'est Dieu même, et non pas en vain, qui a fait jaillir dans l'esprit de l'homme cette lumière de la raison... c'est donc la pensée même de la divine providence que, pour rappeler les peuples à la foi et au salut, on recherche aussi le secours de la science humaine. — *Quum enim insitum homini natura sit ut in agendo rationem ducem sequatur... Non enim frustra rationis lumen humanæ menti Deus inseruit... Igitur postulat ipsius divinæ providentiæ ratio ut, in revocandis ad fidem et ad salutem populis, etiam ab humana scientia præsidium quæratur* ».

Non pas que le souverain pontife veuille proclamer l'indépendance de la raison : elle doit toujours être soumise à la vérité ; ni la toute-puissance de la philosophie : elle ne peut rien ici sans la grâce ; ni l'infaillibilité de la science : elle détruit trop souvent elle-même ce qu'elle avait édifié la veille. Mais un chrétien aurait tort de redouter la raison, de décrier la philosophie ou la science, ces grandes choses qui sont nécessaires, affirme Léon XIII

d'après saint Augustin, à engendrer, à nourrir, à défendre et à fortifier la foi, « *huic scientiæ tribuens illud quo fides saluberrima gignitur, nutritur, defenditur, roboratur* » (1).

La raison engendre, nourrit, défend et fortifie la foi : voilà quatre attributions importantes, quatre affirmations inattendues contre lesquelles sans doute plus d'un théologien aurait protesté, si elles émanaient d'une bouche moins autorisée. Nous allons les examiner et les développer toutes les quatre, car elles nous paraissent contenir en abrégé toute la théorie, tous les rapports de la raison et de la foi.

I

COMMENT LA RAISON ENGENDRE LA FOI

Et d'abord, comment, dans quel sens la raison et la science engendrent-elles la foi ? « *Huic scientiæ illud quo fides gignitur.* »

« Il y a trois moyens de croire, a dit Pascal : la raison, la coutume, l'inspiration... Ceux à qui Dieu a donné la religion par sentiment du cœur sont bien heureux et bien légitimement persuadés. Mais à ceux qui ne l'ont pas, nous ne pouvons la donner que par raisonnement en attendant que Dieu la leur donne par ce sentiment du cœur, sans quoi la foi n'est qu'humaine et inutile pour le salut. La conduite de Dieu qui dispose toutes choses avec douceur est de mettre la religion dans l'esprit par la raison, et dans le cœur par la grâce (2). »

C'est-à-dire qu'au point de vue pratique, la raison est l'entrée nécessaire de la foi pour cette classe d'hommes,

(1) Lettre encyclique *Æterni Patris.*

(2) *Pensées de Pascal,* 3e édit. Frantin, chap. II, nos 19, 20, 21.

très nombreuse aujourd'hui, qui ne l'ont pas reçue ou qui ne l'ont pas gardée de leur éducation première.

Mais, au point de vue psychologique, c'est une vérité générale que l'acte de foi doit être un acte raisonnable, un acte même de la raison, et que, si l'Église en apporte l'objet, c'est-à-dire les dogmes, si Dieu en apporte le premier mobile et le dernier achèvement, c'est-à-dire la grâce, c'est la raison qui est le sujet, le producteur psychologique de la foi, c'est la raison qui en fait l'acte et en produit l'habitude, c'est la science qui en établit les fondements en démontrant les motifs de croire.

Je dis : 1° que la raison, en tant que faculté de l'esprit individuel, est le sujet, le producteur, le générateur humain de la foi.

Qu'est-ce en effet que la foi, la vraie, telle que l'entend l'Église catholique ?

« La foi, disent nos docteurs, est une ferme adhésion à la vérité divine, de l'âme tout entière, esprit, cœur, volonté, *firma mentis adhæsio ;* mais c'est plus spécialement, ajoute saint Thomas, une conviction de la raison ; croire est un acte propre de la raison ; c'est la raison qui en est le sujet, le producteur psychologique : *fides quidem est in intellectu sicut in proximo subjecto ; ipsum autem credere est actus intellectus* (1). »

Ainsi, d'après le grand docteur, c'est ma raison en moi qui croit, comme c'est ma raison qui pense et qui juge. Quiconque ne peut avoir la raison, ne peut non plus avoir la foi, parce que c'est de la raison que la foi est produite : quiconque a la raison peut avoir la foi par la grâce de Dieu qui ne manque jamais, et la bonne volonté qui ne dépend que de la volonté même. Dieu n'est ici que le solliciteur et le coopérateur de la raison humaine ; acteur nécessaire sans doute, mais insuffisant, car la foi est une action du moi, et le moi finalement dépend aussi du moi.

(1) *Summa theologica*, 2a 2æ, q. 2, art. 2 et 9.

Certes, le moi est créé et vivifié par Dieu ; certainement, la faculté naturelle de croire, créée avec le moi, doit être ensuite surnaturellement élevée à une plus haute puissance par l'action de la grâce ; certainement, Dieu coopère à chaque acte surnaturel du moi par la grâce surnaturelle, comme il contribue à nos actes naturels par cette coopération nécessaire que saint Bonaventure appelle la grâce naturelle (1) : mais ce n'est pas Dieu en moi qui a la foi et qui fait acte de foi ; c'est moi, mon esprit, ma raison, sous l'action intérieure de Dieu et l'influence extérieure de la vérité que l'Église me propose ou du sacrement que l'Église me confère : « Ego credo... ipsum autem credere est actus intellectus (2). »

Et cela est tellement vrai que la foi dans le chrétien va du même pas que la raison. La foi comme la raison ne furent d'abord qu'à l'état de facultés, celle-ci innée, celle-là infuse, dans l'âme de l'enfant baptisé : peu à peu, elles furent mises en acte par la parole, par l'enseignement, par le spectacle des choses chrétiennes, et leurs progrès communs marchèrent du même mouvement et dans la même voie, comme les deux roues d'un même char ou le double battement d'un même cœur.

Même on peut dire que la foi a besoin de la raison plus encore que la raison n'a besoin de la foi : car la raison, tant bien que mal, vit séparée de la foi, tandis que la foi ne peut exister en aucune sorte que sur la raison : ni les arbres, par exemple, ni les animaux, parce qu'ils n'ont pas la raison, ne peuvent recevoir la foi, et les idiots n'ont la foi qu'en puissance comme ils ont la raison ; parce que, je répète saint Thomas, c'est la raison qui est le sujet, le porte-greffe de la foi : « Fides quidem est in intellectu sicut in proximo subjecto. »

Je ne nie pas que la volonté et même la sensibilité aient

(1) Polman, *Breviarium theologicum*, n° 557.
(2) *Summa theologica*, 2a 2æ, q. 2, art. 2 et 9.

leur part dans la génération de la foi. Je sais ce qu'a dit Pascal : « La volonté est un des principaux organes de la croyance, non qu'elle forme la croyance, mais parce que les choses sont vraies ou fausses selon la face par où on les regarde : la volonté qui se plaît à l'une plus qu'à l'autre détourne l'esprit de considérer les qualités de celle qu'elle n'aime pas ; et ainsi l'esprit marchant d'une pièce avec la volonté s'arrête à regarder la face qu'elle aime, et ainsi il passe par ce qu'elle veut (1). » Oui, non seulement la volonté, les sens aussi et surtout le cœur contribuent à produire la foi, parce que toutes les facultés se tiennent dans l'unité de l'âme ; parce que nos idées commencent par les sens ; parce que la raison, comme tout générateur, n'engendre pas seule, mais de moitié avec un autre, avec le cœur : la raison néanmoins est le générateur principal et indispensable.

Le chrétien serait donc bien coupable ou du moins bien aveugle, qui décrierait ou ravalerait ou renierait la raison.

La raison est pour la foi ce qu'est l'œil pour la vision : si l'œil de la raison est aveugle, la foi est aveugle ; si la raison est une duperie, la foi est une duperie ; si la raison est incertaine, la foi est incertaine. Bien plus, la raison est la matrice de la foi, elle est le *subjectum* de cette génération de la foi, dit saint Augustin, « *huic scientiæ tribuens illud quo fides gignitur* ; » elle est la faculté, l'activité dont la foi est un acte, ajoute saint Thomas, « *fides est in intellectu ; ipsum credere est actus intellectus.* » Or tant vaut la faculté tant vaut l'acte. Si donc la raison est pour vous, comme Nazareth pour les Juifs, un lieu condamné d'où rien de bon ne peut sortir, la foi sera chose mauvaise, puisqu'elle est un fruit de raison. Non, non, respectons au contraire et invoquons et développons la raison : « Ceux qui pour élever plus haut la foi rabaissent la raison, dit un concile approuvé, ébranlent du même coup les

(1) *Pensées de Pascal*. édition Garnier, art. xx, n° 10.

fondements de la foi en ébranlant ceux de la raison ; et ils aboutiraient, ce dont Dieu nous garde, à ruiner tristement l'une et l'autre (1). »

Et si l'on m'objecte que la raison ne suffit pas à produire la foi, je répondrai que l'arbre non plus ne suffit pas à produire son fruit : l'air, l'eau, le sol, la lumière, Dieu aussi, sans doute, y contribuent pour leur part ; cependant c'est de l'arbre que le fruit dépend ; qui détruirait l'arbre, rendrait pour jamais le fruit impossible ; et Jésus-Christ, sur ce point, parle comme tout le monde, puisque c'est même ce rapport de l'arbre au fruit et du fruit à l'arbre qui lui sert à établir le vrai diagnostic de la valeur morale d'un homme. Donc il est également vrai d'attribuer la foi produite dans l'esprit humain à la raison d'où elle émane, et de regarder la raison comme la faculté génératrice de la foi.

2° J'ai dit en second lieu que la raison engendre encore la foi, toujours avec la coopération de la grâce, en ce sens qu'elle lui fournit sa base logique et son motif déterminant.

Nous venons de démontrer que la foi est une habitude de l'être humain, non de l'Être divin ; une faculté surnaturelle produite dans la nature, une activité suprarationnelle produite dans la raison. Mais l'habitude a son principe dans la faculté, la faculté dans la substance, et le surnaturel a son point d'appui sur la nature. Donc la raison sert de fondement à la foi et par conséquent la précède, comme la nature précède la grâce et sert de sauvageon, dit saint Paul, à l'ente surnaturelle (2). Qui dit surnaturel ne dit pas extranaturel : le surnaturel n'est pas bâti en l'air, hors de la nature ; mais sur la nature, comme le mot l'indique : au-dessus, sans doute ; mais ce qui est au-dessus suppose ce qui est au-dessous pour y prendre un appui : ce qui est au-dessus est devant

(1) Concile de Rennes, 1849, décret xxiij.
(2) Rom. xi, 24.

par ordre de mérite ; ce qui est au-dessous est avant par ordre de production : le fondement se pose avant le couronnement, et le couronnement ne saurait tenir sans le fondement.

Il faut bien que la raison précède la foi, puisqu'elle la produit, comme je l'ai démontré plus haut. Mais un décret pontifical dit plus encore : non seulement la faculté, mais l'usage de la raison précède la foi, affirme Pie IX dans ce décret, pour y conduire l'esprit avec le secours de la révélation et de la grâce divine. « *Rationis usus fidem præcedit et ad eam hominem ope revelationis et gratiæ conducit* (1). »

Une analyse technique nous rendra cette vérité plus claire que ne sauraient le faire toutes les phrases.

Prenons la formule la plus simple de l'acte de foi : « Mon Dieu, je crois fermement toutes les vérités que l'Église catholique, apostolique et romaine m'ordonne de croire, parce que c'est vous, ô mon Dieu, qui les lui avez révélées, et que vous ne pouvez ni vous tromper ni nous tromper. »

Avant de prononcer le mot propre de la foi : je crois, nous nommons l'auteur de la foi, Dieu, nous disons le motif et l'objet de notre croyance ; et logiquement, en effet, tout ceci doit précéder le mot décisif, parce qu'enfin, avant de croire raisonnablement, il faut savoir à qui, et à quoi, et pourquoi.

Comptons.

Je crois : « parce que c'est vous, ô mon Dieu — qui avez révélé — et que vous ne pouvez ni vous tromper ni nous tromper.

Nous connaissons donc préalablement : 1° que Dieu est ; 2° qu'il est la vérité infaillible ; — 3° qu'il a révélé certaines vérités ; trois certitudes déjà qui doivent précéder notre foi surnaturelle, puisqu'elles la motivent.

(1) Décret du 15 avril 1855.

Mais Dieu a révélé, à qui ? à moi ? — Non ! — Et quoi ? Tout ce qu'il me semblera qu'il a révélé ? — Non encore ! Dieu nous parle, disons-nous, par l'Église romaine, et nous croyons seulement comme objet de foi divine ce que l'Église romaine nous ordonne de croire.

Que de choses en ces quelques mots, et combien de jugements critiques !

1° Constater qu'une société actuellement vivante est le dépositaire officiel de la révélation divine ;

2° Que cette société spéciale est infaillible et a droit de me commander la foi ;

3° Que cette société infaillible et souveraine est l'Église de Rome ;

4° Discerner l'Église romaine de toutes les autres Églises ;

5° Discerner l'enseignement officiel de l'Église romaine ;

6° Discerner dans cet enseignement ce qui est de foi nécessaire ;

7° Comprendre le vrai sens de ces propositions obligatoires.

Avec les trois prémisses indiquées plus haut, voilà donc dix préliminaires indispensables que ma raison personnelle, aidée de la philosophie et de la science générale, aidée surtout de la grâce divine, doit logiquement établir avant de dire : je crois ; voilà, pour que ma foi ne soit pas en l'air, les nécessaires points d'appui que ma raison doit lui donner.

Je dis la raison, non pas la foi, sous peine de prouver la foi par la foi, ce qui serait un cercle vicieux.

Et cela est nécessaire et cela est possible, parce que, dit la théologie confirmée en ceci par le concile du Vatican, la raison humaine peut établir avec certitude les vérités de l'ordre métaphysique ou historique qui sont les préliminaires indispensables et le nécessaire fondement de notre foi surnaturelle : « *Quum recta ratio fidei fundamenta demonstret* (1). »

(1) Concil. Vatic., *Constitutio dogmatica de Fide catholica.*

Et peu importe ici quelle théorie on adopte dans l'analyse de la connaissance.

Dès que l'homme rentre en lui-même, aussitôt il sent en son esprit quelque chose non seulement qui dépasse les propriétés du monde sensible, minéral, végétal, animal, mais quelque chose qui dépasse l'homme. A la base de ses idées, il voit des conceptions plus grandes que ses idées : l'être, le vrai, le beau, le bien; ces grandes choses supra-sensibles qui portent tout le monde sensible et l'homme et la pensée de l'homme. A la base de ses raisonnements, il voit des principes nécessaires, des axiomes indispensables, par lesquels il démontre tout le reste et qu'il ne peut eux-mêmes démontrer. A la base de ses actions quotidiennes, il voit des sentiments qui expliquent tout et que rien n'explique : le sentiment de sa liberté, de sa responsabilité, du devoir, de l'immortalité, de la Divinité.

Il sent que tout cela est en lui et en tous ; que c'est lui, que c'est l'homme même ; qu'il a beau ne pas le comprendre, il l'accepte, il le croit, du moins pratiquement, et que le nier serait nier la nature humaine. Tous ses raisonnements ont ainsi abouti à constater qu'il croit avant de raisonner, et qu'après tous ses raisonnements il est forcé encore de croire des choses qu'il n'entend pas : non pas tout indifféremment, mais tout ce que sa raison lui démontre comme devant être cru.

Bref, sa raison individuelle arrive à le soumettre à une raison générale qui lui apparaît comme la base et la règle de toute raison particulière, à une raison objective qui régit toute raison subjective.

Mais n'est-ce pas le particulier qui forme le général ; la société n'a-t-elle pas commencé par l'individu? La société, dans le commencement, a donc reçu de l'individu ce que l'individu ne peut avoir que par la société ? Ce serait contradictoire ! De qui donc est venu ce commencement ? C'est donc de Dieu ? Dieu a donc parlé à l'homme ? Dieu lui parle donc encore ? Comment ? Dieu ne parle-t-il pas

peut-être d'une façon sociale ? Pourquoi n'y aurait-il pas sur la terre un enseignement divin, universel, de la vérité morale, de la vérité religieuse surtout, si nécessaire et pourtant si obscure, si combattue dans la raison individuelle ?

Ainsi les déductions s'enchaînent et entraînent l'homme qui réfléchit.

Or voici précisément sous ses yeux et dans ses souvenirs, rattachée par un lien étroit aux faits les plus importants de son enfance et de l'enfance des peuples, une institution visible, précise, qui se dit l'organe infaillible d'une révélation divine.

En théorie, continue-t-il, cette prétention n'a rien que de conforme aux desiderata de ma raison. Est-elle justifiée par les faits ? Si j'examinais ! Jusqu'ici je n'ai demandé la connaissance du catholicisme qu'à des adversaires ou à de médiocres représentants qui mêlaient sans doute quelque passion, quelque ignorance à leur appréciation ou à leur interprétation. Le catholicisme compte plus d'un croyant de génie dans le passé, et encore dans le présent plus d'un représentant digne d'estime, plus d'un croyant dont le nom fait figure dans les sciences que l'on dit les plus antireligieuses. Cela vaut certainement qu'on y regarde un peu. Si j'examinais mieux ! Ses sectateurs vulgaires attribuent, il est vrai, à la religion bien des doctrines inacceptables : mais ce que Lacordaire et Bossuet ont accepté n'est point si déraisonnable sans doute ; ce qu'admettent des maîtres illustres de la science tels, pour ne citer que des morts, que Volta, Biot, Cauchy, Puiseux... ne peut pas être antiscientifique. Il faut, ici comme partout, distinguer soigneusement ce qui est du maître et ce qui est de l'école, le texte et le commentaire, la foi obligatoire et les systèmes. Ce qui est de foi doit être bien différent des systèmes, bien dégagé des opinions, puisque des hommes si opposés en toute chose, en politique, en philosophie, en littérature, se rencontrent sur ce point-là : c'est

sur des choses bien claires et bien imposantes qu'ils réussissent à être d'accord, tous ces croyants du catholicisme si divises, si entêtés sur tant d'autres choses. Voilà certes un phénomème qui vaut qu'on l'étudie.

Et alors commence pour l'esprit ainsi sollicité, à son insu, par la grâce divine, un examen plus ou moins long, plus ou moins approfondi, qui aboutira, s'il est bien fait dans les conditions voulues de sincérité, de vertu et de lumière, à la conviction rationnelle de la nécessité d'une religion et de la supériorité du catholicisme.

« La religion, a dit Pascal, est proportionnée à toutes sortes d'esprit. Le commun des hommes s'arrête à l'état et à l'établissement où elle est ; et cette religion est telle que ce seul établissement est suffisant pour en prouver la vérité. Les autres vont jusqu'aux apôtres. Les plus instruits vont jusqu'au commencement du monde (1). »

Même des savants, et des plus difficiles, se laissent persuader quelquefois, faute de temps, par cet argument restreint de l'état actuel du catholicisme, qui suffit, dit Pascal, au commun des hommes : M. Littré, par exemple, qui avait remis, de bonne foi, à la fin de ses interminables études positives, l'examen rationnel des questions métaphysiques et religeuses, voyant la mort arrêter ses recherches, se soumit, en toute raison comme en toute liberté, à cette religion inconnue qui, sous ses yeux, depuis tant d'années, dans deux âmes si intelligentes et si chères unies de si près à son âme, produisait ce miracle quotidien, ininterrompu, jamais démenti, d'une foi inébranlée et d'une vertu parfaite.

Mais ceux qui sont pris de moins court prennent aussi leurs preuves de plus loin : c'est l'étude de l'histoire qui amène Augustin Thierry ; c'est l'argument social qui convainc M. Le Play ; le docteur John Henry Newman, aujourd'hui cardinal de l'Église romaine, autrefois prédicateur

(1) *Pensées de Pascal*, 3e édit. Frantin, ch. II, no XXJ.

distingué de l'Église anglicane, est converti, comme ceux de ses amis qui l'ont précédé ou suivi, par la recherche approfondie des croyances et des pratiques de l'Église primitive ; William Hurrell Mallock, l'auteur de ce beau livre intitulé « Vivre : la vie en vaut-elle la peine ? », arrive à des conclusions catholiques par la réfutation du positivisme et par l'impuissance constatée de l'établissement officiel anglican contre les attaques de Stuart Mill, de Tyndall et des autres matérialistes.

« Les anges, ajoute Pascal, voient la religion encore mieux, et de plus loin (1). » Sans être ange, par des voies diverses, et de plus ou moins près, on arrive donc à voir par la raison que la divinité du christianisme et l'autorité de l'Église catholique sont établies sur des arguments sérieux.

Est-ce la foi ? Pas encore : ce n'en est que le prélude ou le fondement rationnel. Déjà cependant, pour que nous sentions la force de la preuve, la grâce divine a éclairé notre raison et ému notre cœur. Que notre libre arbitre accepte maintenant ce commencement de la vérité ; qu'il consente à aimer et à désirer cette certitude commencée, quoiqu'elle contrarie peut-être quelques-uns de nos penchants : voilà la conviction de l'esprit qui commence à passer dans la volonté. Dieu continue l'action de sa grâce ; nous ne voyons plus seulement la vérité de l'Église et de son enseignement ; nous voyons que c'est Dieu qui, par son Église, enseigne la vérité au monde ; nous acceptons, nous aimons, nous croyons le divin révélateur ; nous nous abandonnons tout entiers, nous adhérons d'esprit, de cœur, de vouloir, à ce Dieu qui nous parle. C'en est fait ! nous avons la foi, la vraie foi catholique ; mais alors seulement, quand notre âme tout entière adhère fermement à Dieu et à l'infaillible parole de Dieu : car la foi catholique, il faut s'en souvenir, est une vertu théologale, c'est-à-dire objectivement divine, se rapportant formellement à Dieu et motivée finalement par une attraction personnelle de Dieu.

(1) *Ibid.*

Telle est, en général, la marche rationnelle, telle est la genèse logique ; ou, si l'on veut, telles sont les étapes ordinaires par lesquelles un esprit droit et intelligent s'élève peu à peu de l'incrédulité, du doute, de l'hérésie, à la religion complète, à la foi catholique.

La part de la raison n'y est-elle pas considérable ?

Mais la théologie va plus loin, car elle admet telle situation exceptionnelle, où l'individu reçoit la foi nécessaire, sans l'intervention directe de l'Église, par l'action de la grâce divine dans sa raison individuelle. Tous les théologiens, en effet, même les moins larges, enseignent aujourd'hui que certains hérétiques, certains déistes, peuvent avoir assez de bonne foi pour appartenir à l'âme de l'Église, et pour faire leur salut. On sait le texte de Busembaum, cité par le cardinal Newman dans sa lettre au duc de Norfolk, d'après lequel « un hérétique, persuadé que sa secte est la meilleure ou seulement qu'elle vaut les autres, n'est pas, en fait, obligé de croire à l'Église;... même, quand des hommes élevés dans l'hérésie ont, depuis leur enfance, la persuasion que nous attaquons et défigurons la parole de Dieu, que nous sommes des idolâtres, des corrupteurs, et qu'il faut nous fuir comme la peste, ils ne peuvent, tant que dure cette persuasion, nous écouter en sûreté de conscience (1) », et c'est pour eux une question de salut, vu leurs préjugés, de rester fidèles à leur secte, qu'ils croient supérieure à l'Église romaine.

Or, qu'est-ce à dire ? La foi est absolument nécessaire au salut : « *sine fide impossibile est placere Deo* (2) ; » la foi est une qualité nécessaire de l'âme de l'Église ; « *hæc autem spiritualis vivificatio gradus admittit, quorum primus est fides* (3). » Ces hérétiques, qui méconnaissent la véri-

(1) Dr J.-H. Newman, Lettre au duc de Norfolk, p. 65.

(2) Hebr., XI, 6.

(3) X. Schouppe, S. J., *Elementa theologiæ dogmaticæ*, edit. IV, t. II, tract. III, n. 185.

table Église, qui la méprisent, qui la fuient, ont donc, par une grâce exceptionnelle de Dieu, la foi surnaturelle, sans l'intermédiaire de l'Église, qu'ils ne croient point divine. Voilà donc, par exception, je l'avoue, mais enfin voilà réellement une foi vraiment divine, où la raison reçoit directement la foi par la grâce : c'est-à-dire que, même dans le plan actuel, la foi existerait plutôt sans l'Église que sans la raison.

Mais en outre de cette situation, exceptionnelle dans le plan actuel du salut, ne concevons-nous pas un autre état de l'humanité, un autre plan de Dieu, où l'Église enseignante n'aurait pas été nécessaire à la production de la foi ? Certainement, tel eût pu être l'état de l'homme sans la chute originelle ; car, dans cet état d'intelligence et de rectitude générales, l'enseignement de la famille, exempt d'erreur et de mensonge, aurait pu suffire sans un juge infaillible de la foi. La foi eût donc existé sans l'Église enseignante : mais sans la raison? non pas, certes ! Il est absolument impossible de concevoir un être quelconque qui puisse avoir la foi sans la raison, c'est-à-dire la vision sans la vue.

La foi est subjective, la foi est personnelle, ou bien elle n'est pas ; or la raison est le sujet, la personne de la foi. Croire, c'est penser, juger, savoir, adhérer : autant d'actes impossibles si l'on n'a pas la raison. Croire, comme penser, est un acte de cette faculté, la raison : si vous supprimez la faculté, l'acte n'est plus possible. La foi est faite de deux choses : raison humaine, grâce divine ; elle n'est ce qu'elle doit être qu'en proportion de ces deux éléments ; manque l'un ou l'autre, la foi n'est plus la foi.

Raison humaine, grâce divine : voilà donc comment l'homme, attiré de la terre au ciel et remontant les degrés que Dieu a descendus, arrive jusqu'au Père céleste ; voilà comment notre raison, devenant peu à peu notre foi, s'élève non seulement au Dieu de la raison, mais au Dieu de la

révélation. Car il y a deux ordres de vérités dans l'intelligible divin : l'un que la raison par elle-même peut atteindre, l'autre que Dieu seul peut lui révéler.

Et cette ascension mystérieuse, j'insiste sur ce point, n'est pas de l'homme sensible ou mystique seulement, par un procédé renouvelé de Jamblique ou de Pythagore ; mais de l'homme raisonnable, par le procédé le plus logique et la démarche la plus volontaire, sans que la foi ait imposé d'autres sacrifices à la raison que de monter, de monter encore, et de rester elle-même jusqu'à ce qu'elle soit devenue plus grande qu'elle-même. Ce n'est pas l'imagination, ce n'est pas l'enthousiasme, ce n'est pas la sensibilité, qui est le *subjectum* de la foi, c'est la raison, dit saint Thomas d'Aquin ; et la raison demeure encore entière et agissante sous la foi, comme la volonté demeure entière sous la charité victorieuse (1). Elle est vaincue, je veux bien ; mais par son vainqueur ordinaire, et de cette glorieuse défaite, qui est sa grande victoire, vaincue par la vérité, captive de la lumière, et d'autant plus libre, d'autant plus souveraine, d'autant plus raison, si j'ose dire ; comme l'œil est d'autant plus œil qu'il ouvre et agrandit sa prunelle pour y faire entrer plus de rayons.

Trêve donc de ces oppositions convenues entre la science et la foi, entre la raison et le mysticisme ! le mysticisme n'est pas la foi. La foi, sans doute, peut avoir son enthousiasme, son exaltation, comme la raison elle-même du reste, comme les sciences les plus exactes : Archimède a couru comme un fou les rues de Syracuse en criant εὕρηκα, à la suite d'une solution scientifique heureusement découverte ; mais les théologiens, de même que les savants, distinguent l'exaltation de la faculté même, et saint Tho-

(1) Quum enim gratia non tollat naturam sed perficiat, oportet quod naturalis ratio subserviat fidei sicut et naturalis inclinatio voluntatis obsequitur charitati. — D. Thomæ *Summa theologica*, p. I, q. 1, art. 8.

mas d'Aquin a spécialement exclu de l'objet propre de la foi catholique tout ce qui est imagination, rêverie, vision, et même révélation particulière (1).

Foi et raison ne sont pas l'opposé, mais le complément l'un de l'autre, et jamais philosophe rationaliste n'a fait de la raison un plus haut éloge que ces hommes de la foi, nos grands docteurs de l'École :

« La raison est dans l'homme — je cite encore saint Thomas d'Aquin — en quelque façon ce que Dieu même est dans le monde : elle est la clarté de Dieu en nous ; la lumière par laquelle Dieu nous parle ; elle est Dieu même devenu le soleil intelligible de l'âme... Et c'est bien une vraie certitude que produit ainsi la raison sous la lumière naturelle de Dieu (2). »

Voilà ce que nous proclamions, il y déjà des siècles, bien avant que nos modernes rationalistes eussent revendiqué les droits de l'homme et de la raison.

Nous ajoutons seulement que ce n'est pas la vérité qui dépend de notre raison, pas plus que le soleil ne dépend de notre vue ; et nous faisons un devoir à la raison de ne pas répudier, de rechercher, au contraire, et d'accepter les vérités qui la dépassent, dès qu'elles lui sont suffisamment démontrées. Mais nous prétendons en ceci servir la raison contre les faux raisonneurs, comme ceux-là servirent vraiment la science qui défendirent contre les tenants de la science à l'œil nu le télescope et le microscope, ces révélateurs aussi, qui ouvrent devant le regard de l'homme deux mondes, l'infiniment grand et l'infini-

(1) Innititur enim fides nostra revelationi... non autem revelationi si qua fuerit aliis doctoribus facta. (*Summa Theol*, p. I, q. I, art. 8, ad 2.)

(2) Sic quodam modo se habet ratio in homine sicut Deus in mundo .. illustratio est Dei... lumen quo nobis loquitur Deus... solem animæ intelligibilem... per lumen naturale intellectus redditur certus de his quæ in lumine illo cognoscit. (Saint Thomas d'Aquin, *De Regimine principum*, c. XII ; *de Magistro*, XI, I ; *in Joan*, I et VIII)

ment petit, également inaccessibles à ses seules prises naturelles. Nous affirmons, en un mot, que la foi est une extension de la raison qui l'engendre, ce qui, du reste, est parfaitement conforme aux lois de la génération.

Mais le souverain pontife affirme que la raison, après l'avoir engendrée, nourrit la foi, *quo fides nutritur*. C'est cette seconde affirmation que nous allons maintenant développer.

C. M.
docteur en théologie.

(*A suivre.*)

BIBLIOGRAPHIE

Traité théorique et pratique des moteurs a gaz, par Aimé Witz, professeur à la faculté libre des sciences de Lille. Paris, E. Bernard, 1886.

Au moment où les moteurs à gaz, après avoir réalisé, durant un quart de siècle, les progrès les plus remarquables, pénètrent partout dans les petits ateliers, et que le besoin d'un traité tout à la fois théorique et pratique des nouveaux moteurs, à l'usage des ingénieurs et des industriels, se fait vivement sentir, nous ne pouvons que saluer avec une extrême satisfaction l'apparition du livre de M. Witz. La haute compétence de l'auteur, ses recherches spéciales sur le sujet, donnent à l'ouvrage dont nous allons rendre compte des garanties d'exactitude exceptionnelles.

M. Witz s'est proposé d'écrire un traité et de faire ressortir, pour les moteurs à gaz, l'utilité des études théoriques ; il y a parfaitement réussi.

Le livre commence par un exposé historique. Les moteurs à gaz ne sont en définitive que des machines à explosion. Or l'idée d'employer comme moteur, dans les machines, la force expansive d'un mélange explosif, est due à un savant du XVIIe siècle, l'abbé Hautefeuille. Ce physicien avait choisi, comme mélange explosif, la poudre à canon. L'appareil dont il avait conçu le plan est une machine dans toute l'acception moderne du mot. Après lui, Huyghens et Papin s'occupèrent du même projet. Ce dernier poussa même si loin l'étude pratique du nouveau moteur, qu'il se trouva à même d'en

signaler les défauts, et de montrer les avantages de l'emploi de la vapeur d'eau.

A partir des dernières années du XVIIe siècle jusqu'à la fin du XVIIIe, la machine à explosion paraît oubliée : toute l'activité des recherches se concentre sur la machine à vapeur. Mais, dès que le puissant moteur a reçu, des mains de Watt, sa constitution définitive, l'attention des inventeurs se reporte de nouveau sur les machines à explosion.

C'est en 1799, que Lebon parvint à extraire de la houille le gaz d'éclairage. Deux années après, nous le voyons exposer, dans un brevet, le projet d'une machine semblable à la machine à vapeur, mais où le piston est poussé par la force explosive d'un mélange d'air et de gaz d'éclairage. Le perfectionnement le plus important que les machines à gaz aient reçu dans ces derniers temps, je veux parler de la compression du mélange d'air et de gaz avant l'explosion, est déjà indiqué dans le projet de Lebon.

Le plan conçu par le chimiste français était excellent : le gaz d'éclairage mélangé à l'air en proportion convenable était bien dûment le mélange explosif des moteurs à gaz. Mais la perfection d'une machine ne dépend pas seulement de son principe ; elle est liée, en outre, à une infinité de détails pratiques que l'expérience seule peut faire connaître. Aussi, après la découverte du gaz d'éclairage et de ses propriétés explosives, il fallut un demi-siècle d'essais et de recherches pour permettre aux nouvelles machines motrices d'entrer, avec des chances de succès, dans le domaine industriel.

Le premier moteur à gaz qui ait été employé dans les ateliers est le moteur Lenoir ; son apparition date de 1860. Parfaitement approprié aux exigences de la petite industrie, d'un mouvement doux et régulier, ce moteur a rendu de grands services à ceux qui ont su l'utiliser. Il a le défaut de consommer beaucoup de gaz ; aussi les améliorations portèrent-elles immédiatement sur ce point. La machine Lenoir demande 3000 litres de gaz par heure et par cheval : en 1867 la maison Otto et Langen exposa à Paris une machine qui, dans les mêmes conditions, ne consommait que 900 litres.

D'autres perfectionnements tendant à réduire les pertes de calorique, à régulariser la marche, à diminuer les frais d'entretien, ont été réalisés, du moins en partie, et les noms des inventeurs, Millon, Otto, Clerck, Siemens, Brayton, Hock, Bisschop, etc., sont fort connus.

Toutes les machines à gaz actuellement en usage se rattachent à quatre types : les moteurs à explosion sans compression, les moteurs à explosion avec compression, les moteurs à combustion avec compression et les moteurs atmosphériques.

Le moteur Lenoir appartient au premier type ; il est à double effet. Voici la série de ses opérations : « Une certaine quantité d'air et de gaz est aspirée dans le cylindre, sous la pression atmosphérique ; à mi-course du piston environ, la communication avec l'extérieur est interrompue, et une étincelle vient provoquer la détonation du mélange; il en résulte une expansion subite qui pousse le piston en avant, et les gaz se détendent jusqu'à fond de course. Le mouvement de retour du piston rejette les gaz dans l'atmosphère. L'ensemble de ces opérations se reproduit périodiquement : il constitue ce qu'on appelle le cycle du moteur. »

Les moteurs du deuxième type, au lieu d'aspirer le mélange et de l'enflammer aussitôt, sous la pression de l'atmosphère, le compriment d'abord à trois ou quatre atmosphères et le font détoner ensuite sous volume réduit.

Le moteur Clerk peut fort bien servir d'exemple. Ce moteur a deux cylindres disposés parallèlement : le cylindre moteur et le cylindre de compression, appelé aussi déplaceur, parce qu'il a pour effet secondaire d'expulser du premier cylindre, après fonctionnement, les résidus de l'explosion antérieure. Le piston moteur est relié à l'arbre de couche par la bielle et la manivelle ; le piston déplaceur est commandé par un bouton fixé sur un des bras du volant, à 90 degrés de la manivelle. Par cette disposition, le piston déplaceur est au milieu de sa course quand le piston moteur commence la sienne.

Durant la première moitié de chaque marche en avant, le piston déplaceur aspire le mélange explosif; durant la seconde moitié, il aspire de l'air pur. Les gaz aspirés forment dans le cylindre déplaceur deux couches distinctes qui se maintiennent assez bien à l'état de séparation. Dans le mouvement de retour, le piston déplaceur chasse vivement dans le cylindre moteur, d'abord l'air pur, qui nettoie le cylindre, puis le gaz tonnant que le piston moteur comprime dans la chambre d'explosion. Dès que la compression est terminée, ce qui a lieu à la fin de la course arrière du piston moteur, l'explosion se fait et les gaz brûlés se détendent en poussant le piston moteur. Au troisième quart de la course de ce piston, commence l'expulsion des résidus de la combustion.

Dans les moteurs du troisième type, au lieu de faire détoner instan-

tanément le mélange explosif à volume constant, on le fait brûler graduellement sous pression constante. Le moteur Brayton, à double effet, appartient à ce type. La machine Brayton a deux cylindres : le cylindre de travail et le cylindre de compression. Ce dernier est muni des soupapes ordinaires d'aspiration et de refoulement. Le gaz combustible employé par l'ingénieur américain est de l'air atmosphérique carburé par une pulvérisation de pétrole préalablement émulsionné. Lorsque le piston du cylindre de compression injecte l'air atmosphérique dans le cylindre moteur, après carburation et inflammation à l'entrée, l'air brûle au fur et à mesure de son introduction dans le cylindre moteur ; la détente conduit le piston à fin de course. Les mêmes effets se produisent sur l'autre face du piston durant la course arrière, et en même temps les résidus de la combustion antérieure sont rejetés dans l'atmosphère.

Le quatrième type diffère entièrement des types précédents. Dans les moteurs de ce type, on donne au piston, après l'explosion, une grande vitesse, afin d'éviter, autant que cela est possible, l'échauffement du cylindre. A cet effet, le piston est rendu indépendant au moment de l'explosion : tout le travail se fait au retour. Pour cela, la tige du piston porte une crémaillère qui n'entraîne l'arbre moteur que dans un sens. « Voici dès lors la suite des opérations du cycle : L'aspiration du mélange se fait d'abord : puis, le piston étant arrivé au tiers de sa course ascendante, l'explosion a lieu. Le piston est lancé au haut du cylindre, et il ne s'arrête que lorsque la détente et le refroidissement du gaz ont amené les produits de la combustion à une pression égale à environ un quart d'atmosphère. Sous l'action de l'atmosphère et du poids du piston, celui-ci redescend en refoulant le mélange et en l'expulsant. » Cette descente du piston constitue la période motrice de la machine. Les moteurs du quatrième type portent le nom de moteurs atmosphériques. La machine Langen et Otto en est l'expression la plus exacte.

Ces quatre types de moteurs à gaz renferment de nombreuses variétés. Le nombre en est tel, que les combinaisons propres à diversifier la forme des cycles semblent épuisées : les efforts des inventeurs doivent tendre désormais à perfectionner l'exécution des cycles essayés jusqu'à ce jour, et à améliorer le fonctionnement des moteurs par une disposition plus habile des organes. Il n'est pas douteux que le livre de M. Witz, par les vues théoriques et les données pratiques qu'il renferme, ne soit de nature à rendre de grands services aux ingénieurs disposés à entrer dans cette voie.

En s'aidant des principes de la thermodynamique et en interprétant les résultats de nombreuses expériences spéciales instituées dans ce but, M. Witz est parvenu à établir une théorie rationnelle des moteurs à gaz. Cette théorie est le point le plus important de l'ouvrage que nous analysons. Avant de l'exposer, l'auteur a cru convenable de présenter au lecteur des considérations théoriques sur les machines thermiques en général, et une étude de la combustion des mélanges tonnants.

Les considérations théoriques sur les machines à feu forment un résumé des notions de thermodynamique absolument indispensables à quiconque veut se rendre compte du fonctionnement des moteurs à gaz. M. Witz fait preuve, dans cette exposition, d'un talent professoral de premier ordre ; il serait difficile, en effet, de mettre dans un enseignement plus de clarté et plus de méthode. Quant à la portée pratique de ces considérations, elle ressort avec évidence de la citation suivante. Il s'agit d'un parallèle entre les diverses machines thermiques.

« La machine à vapeur, dit M. Witz, est seule employée jusqu'ici dans la pratique industrielle. Théoriquement, cette machine n'est pas parfaite : mais au point de vue utilitaire, elle jouit d'une prééminence indiscutable, parce que sa marche est sûre et régulière et son rendement satisfaisant. Objet d'une étude assidue et de recherches continuelles depuis que Watt l'a créée, elle a réalisé successivement tous les perfectionnements possibles : elle paraît être arrivée à son point culminant et ne semble plus guère perfectible.

» Les machines à air chaud, au contraire, et surtout les moteurs à gaz, répondent à un type qui est théoriquement plus parfait que celui de la machine à vapeur ; mais leur cycle est peu étudié jusqu'ici et fort mal réalisé. Encore dans leur enfance, ils ne peuvent concourir avec leur sœur aînée ; mais ils sont pleins de promesses et l'on peut espérer de les perfectionner beaucoup.

» Ces considérations reposent sur l'étude rationnelle des machines thermiques : il nous sera facile de les justifier sommairement. »

La justification qui vient ensuite est, à notre avis, péremptoire. Après cette justification, l'auteur peut conclure à bon droit que la lutte entre les machines à gaz et les machines à vapeur est possible dès aujourd'hui pour la création des petites forces, et que rien n'empêche qu'elle ne commence demain pour les forces considérables.

L'étude générale de la combustion des mélanges tonnants amène le

savant professeur de la faculté de Lille à des résultats numériques intéressants et à une interprétation nouvelle de certains écarts entre les faits et la théorie. Entrons dans quelques détails.

Un kilogramme de gaz d'éclairage, mélangé à l'air atmosphérique dans la proportion d'un volume de gaz pour 7 volumes d'air, dégage, dans la combustion totale et instantanée à volume constant, sans condensation de la vapeur d'eau, 9989 calories : dans ces conditions la température des gaz de la combustion est de 2064 degrés centigrades, et la pression développée, de 8, 6 atmosphères.

A pression constante, la température des gaz de la combustion est de 1596 degrés centigrades, et la pression développée, de 6, 8 atmosphères.

Pour une dilution plus grande du combustible dans le comburant, la température des gaz de la combustion s'est trouvée être, à volume constant, de 1514 degrés, et la pression développée, de 6, 5 atmosphères ; à pression constante, et pour même degré de dilution, la température des gaz de la combustion a été de 1169 degrés et la pression développée, de 5, 3 atmosphères.

On n'a pas tenu compte, dans ces évaluations théoriques, des pertes du calorique.

Eu égard à ces pertes et à plusieurs autres causes perturbatrices que l'on rencontre dans la pratique, l'accord des faits avec les évaluations précédentes doit être regardé comme très satisfaisant. Il n'en est pas de même des évaluations antérieures à celles que nous venons de rapporter : les températures de combustion et les pressions y sont extrêmement élevées. Cette élévation provient de ce que l'on ne s'est pas servi, dans les calculs, des données récentes relatives à la variabilité des chaleurs spécifiques. De là le désaccord considérable de ces évaluations théoriques et des mesures expérimentales.

C'est pour expliquer ces divergences, réputées réelles, que M. Dugald Clerk a imaginé sa théorie de la dissociation dans les phénomènes de combustion des moteurs à gaz. Si cette théorie n'a pas le mérite d'être vraie, elle a du moins celui d'être ingénieuse.

On sait par les recherches de H. Sainte-Claire Deville que la dissociation commence à une température déterminée, variable avec la pression, pour chaque composé ; elle se poursuit ensuite d'une manière progressive à mesure que la température s'élève. Mais elle est naturellement limitée par l'affinité ; de sorte que, la température venant à s'abaisser, les combinaisons ne tardent pas à se reformer. Si on admet, avec M. Dugald Clerk, que la dissociation a lieu

dans la combinaison explosive de l'air et du gaz d'éclairage, aussitôt que la température de dissociation déterminée par H. Sainte-Claire Deville est atteinte, il faut admettre également, par voie de conséquence, que la combustion se trouve limitée de fait dans les combinaisons accompagnées d'explosion, et qu'elle ne se complète que sous l'influence d'un refroidissement subséquent. Par l'effet de la dissociation, la combustion, dans les cylindres des moteurs à gaz, au lieu d'être instantanée, est donc progressive, et la pression des gaz dus à l'inflammation est considérablement diminuée.

C'est aussi par la dissociation que M. Dugald Clerck explique la production de ces combustions prolongées qui modifient si notablement les courbes de détente. D'après cet ingénieur distingué, l'effet est fatal et inévitable.

M. Witz ne pense pas que la théorie de M. Dugald Clerk soit fondée. Elle suppose, en effet, que la température de dissociation est la même dans les détonations que dans les actions lentes ; or, les expériences de MM. Mallard et Le Châtelier ont montré le contraire. Les températures de dissociation sont de fait si élevées, dans les combinaisons explosives, qu'il n'est pas possible d'admettre une dissociation tant soit peu appréciable, soit d'acide carbonique, soit de vapeur d'eau, dans les cylindres des moteurs à gaz.

Au surplus, la théorie de M. Dugald Clerk est inutile, attendu que la divergence entre les faits et la théorie, qu'elle a pour but de faire disparaître, n'existe pas, et que les combustions prolongées des mélanges tonnants s'expliquent fort bien par l'action des parois du cylindre sans cesse refroidies au contact du courant d'eau froide.

M. Witz a fait une étude approfondie de l'influence des parois du cylindre sur le rendement des moteurs à gaz. Les résultats de cette étude ont été publiés en 1884. L'habile professeur de la faculté libre de Lille attribue à l'action réfrigérante des parois la décroissance de la rapidité de la combustion des mélanges tonnants, et celle du travail produit par les moteurs, lorsque la vitesse de détente du gaz diminue : le refroidissement que cette influence détermine déforme le cycle des moteurs et abaisse le rendement.

L'action des parois du cylindre occupe une place importante dans la théorie des moteurs à gaz proposée par M. Witz.

En abordant l'exposé de cette théorie, l'auteur a soin de définir plus rigoureusement qu'on ne l'avait fait jusque-là les cycles des quatre types des moteurs à explosion. Cela lui permet de calculer, pour

chaque type, les rendements théorique et générique, et de signaler les imperfections des cycles réels. Nous ne pouvons pas suivre le savant physicien dans son intéressant exposé : les limites imposées à un compte rendu de la nature de celui-ci ne le permettent pas.

Toutefois le lecteur nous saura gré, je pense, de rassembler les principales conséquences de cette intéressante étude.

Le rendement théorique d'une machine thermique est, par définition, le rapport de la quantité de chaleur changée en travail, dans le fonctionnement de la machine, à la quantité de chaleur fournie par le foyer. Ce rendement est différent pour les différents cycles.

Entre des limites données de température, le rendement théorique maximum est produit par une machine fonctionnant suivant le cycle de Carnot.

Le rendement générique d'une machine est le rapport du rendement théorique déterminé par son cycle au rendement du cycle de Carnot. Le rendement générique caractérise le cycle d'une machine thermique: c'est par lui que l'on peut juger de la valeur relative théorique de deux machines thermiques de types différents.

Mais la connaissance du rendement générique d'une machine n'est pas suffisante pour la faire connaître entièrement.

« En effet, on ne recueille pas tout le travail brut appliqué sur le piston d'un moteur : par suite du frottement, des chocs, de l'inertie et de toutes les résistances passives des organes mécaniques, il se perd une portion du travail fourni par la transformation de la chaleur, et on ne trouve sur l'arbre de couche qu'une fraction du travail brut emmagasiné par le piston.

» Le travail disponible sur l'arbre de couche se mesure au frein de Prony ; il est immédiatement utilisable ; le travail disponible sur le piston s'évalue par l'indicateur de Watt, et il s'appelle le travail indiqué. »

Le rapport entre le travail réellement utilisable et le travail indiqué constitue le rendement pratique de la machine.

« C'est ce rendement qui frappe le plus vivement les esprits, parce que sa notion facilement accessible semble moins théorique et par là même plus industrielle. En réalité, le rendement pratique ne dépend que de la construction plus ou moins parfaite et de l'agencement plus ou moins ingénieux des organes. Ce rendement n'est pas caractéristique d'un type de machine à feu : il dépend des conditions particulières de tel moteur spécialement considéré. »

Cela posé, les rendements théoriques des quatre types des moteurs à

gaz rangés suivant l'ordre indiqué au commencement de ce compte rendu sont, dans les conditions les plus ordinaires de fonctionnement, suivant les évaluations de M. Witz :

0,23 0,38 0,31 0,50

Les rendements génériques des mêmes types sont :

0,28 0,45 0,38 0,58

L'excellence du quatrième type, c'est-à-dire des machines atmosphériques, ressort tout d'abord de ces données ; les moteurs à compression préalable du second type les serrent de près ; les moteurs primitifs à explosion sans compression sont les moins parfaits.

La compression préalable et la longue détente offrent donc des avantages sérieux ; la compression graduelle à pression constante est moins avantageuse que l'explosion sous volume constant.

Examinés au point de vue de la consommation par cheval-heure, d'après les documents officiels dont M. Witz donne les états, les moteurs des deuxième et quatrième types gardent, dans la pratique, la prééminence que la théorie leur assigne ; le troisième type les suit de près ; le premier type vient en dernière ligne.

Quand on apprécie la valeur relative des types d'après le rendement pratique, l'ordre de prééminence donné par la théorie ne se maintient pas. La cause en est dans les nombreuses imperfections des cycles réels des moteurs en usage et dans les défauts de construction. M. Witz relève ces imperfections et ces défauts et indique avec soin ceux qui peuvent être évités.

L'exposé de la théorie des moteurs à gaz est suivi d'une monographie très soignée des principaux moteurs. Le livre se termine par une indication de la situation présente des machines à gaz, du rôle auquel ces machines peuvent prétendre dans l'avenir, et des perfectionnements dont elles sont susceptibles.

D'après M. Witz, la situation présente des moteurs à gaz est celle-ci : pour des forces de 4 à 6 chevaux, ces moteurs sont préférables, dans la plupart des circonstances, à toute autre machine, et on peut les recommander chaudement aux petits industriels.

Ils conviennent encore à la grande industrie, lorsqu'on renonce à payer aux compagnies gazières les gros tributs en usage et qu'on se décide à produire soi-même sur place le gaz de chauffage, tout comme on produit la vapeur dans les autres machines.

M. Witz a la foi la plus entière dans l'avenir des moteurs à gaz.

Quant aux perfectionnements à apporter, c'est aux ingénieurs surtout que la tâche incombe : ils ont à améliorer le cycle réel des

moteurs « en réduisant les pertes par les parois, en complétant les combustions et les détentes, et en travaillant, sans dilution exagérée, à des températures élevées, en marche rapide, avec une forte compression préalable. »

Voilà, ajoute M. Witz, le programme qu'il faut réaliser ; le résultat n'est pas douteux.

Ce qui, à notre avis, est tout aussi peu douteux, et ces paroles pourront servir d'épilogue à la présente analyse, c'est le mérite du livre de M. Witz et l'heureuse influence qu'il est de nature à exercer sur le développement des moteurs à gaz.

Avis désintéressé aux ingénieurs et aux industriels amis du progrès.

J. D.

II

Essais de mythologie et de philologie comparée, par J. Van den Gheyn. S. J. Bruxelles, Société belge de librairie. 1885. Un vol. in-8°, pp. XIII-431.

La *Revue des questions scientifiques* a peut-être tardé un peu à présenter à ses lecteurs ce livre d'un de ses collaborateurs ; du moins ne lui reprochera-t-on pas d'avoir voulu, par un compte rendu empressé, former l'opinion du public savant sur le mérite de l'ouvrage. Dès leur apparition, ces études ont reçu en Allemagne et en France un accueil flatteur. M. Alfred Maury les recommandait à l'attention de l'Académie des inscriptions et belles-lettres en disant que « cette publication était l'une de celles où les sujets traités avaient été le plus approfondis » ; et l'Académie royale de Belgique, dans sa séance du 7 décembre 1885, faisait écho à cet éloge par l'organe de son rapporteur, M. le colonel Henrard. Pareilles appréciations nous mettent à l'aise pour dire de cet ouvrage le bien que nous en pensons.

Sous le titre modeste d'Essais, le R. P. Van den Gheyn touche avec érudition et sagacité à diverses questions de mythologie et de philologie comparée qui ont été fort agitées dans ces derniers temps. Aujourd'hui plus que jamais, la religion ou plutôt les religions de l'antiquité ont le privilège de passionner les esprits. C'est que jamais l'étude de l'histoire n'a été poussée plus loin. Or, comme l'observe judicieusement M. Fustel de Coulanges dans son beau livre *La Cité antique* (p. 481), l'histoire politique d'un peuple est l'histoire d'une

croyance. De là cette concentration de forces intellectuelles sur le domaine de la mythologie comparée, cet amas de matériaux, ces éclosions de systèmes « un peu hâtifs et pas assez étrangers aux procédés exclusifs, incomplets, arbitraires », suivant la juste remarque de l'auteur. C'est dans cette largeur de vues, sans aucun parti pris, qu'il fait l'exposé et la critique des théories les plus accréditées. Avec lui, on ne risque pas de se perdre dans le dédale des hypothèses et l'on saisit sur le vif les écarts et les progrès réels de la nouvelle science. L'analyse profonde et l'interprétation qu'il donne ensuite du *mythe de Cerbère* nous initie encore mieux à la rigueur des méthodes qui devraient prévaloir en ces sortes de recherches. En compulsant les littératures romaine, grecque et hindoue, il a esquissé les traits principaux de ce type légendaire, et ces éléments épars, rapprochés les uns des autres, nous livrent quelques-unes des conceptions religieuses qui, selon toute probabilité, ont influé sur la création de ce mythe.

Dans le même cadre rentrent tout naturellement les essais sur *le personnage d'Arlequin*, sur les *Contes lorrains*, publiés par M. Cosquin, et sur un apologue hindou. On a fini par reconnaître que l'étude des anciennes croyances demeurerait souvent stérile, si elle ne s'éclairait des traditions et des superstitions naïves qui ont cours jusqu'à présent parmi le peuple. Tout ce patrimoine de légendes a acquis une telle importance qu'il constitue l'objet d'une science à part, le *folk-lore*.

S'il ne faut pas, avec certains linguistes, prétendre que la mythologie comparative est un *art* basé sur une *science*, la philologie comparative, il est certain néanmoins qu'elle n'a pu mettre efficacement la main à l'œuvre que du jour où les anciens idiomes de l'Inde et de la Perse ont été connus. Les travaux de deux illustres professeurs de l'université de Louvain, M. Félix Nève et Mgr Charles de Harlez ont singulièrement aidé au développement de l'indianisme en Belgique, tout en s'imposant à la haute estime de l'étranger. Le R. P. Van den Gheyn n'a pas cru pouvoir mieux témoigner sa vive reconnaissance à ses maîtres et guides dévoués qu'en offrant au public une appréciation raisonnée de quelques-uns de leurs ouvrages. Les *études éraniennes* ont aussi attiré son attention, et l'on trouvera dans son livre des considérations fort justes sur le sens des mots *Avesta-Zend*, la transcription de l'éranien, l'exégèse avestique et la philosophie religieuse du mazdéisme sous les rois Sassanides.

C'est sur ces sommets de la pensée antique que s'achève la première partie du livre : la seconde nous transporte en plein dans la philologie comparée. Personne n'ignore les affinités qui la relient à l'ethnographie.

Science complexe, du moment qu'elle s'engage dans les origines des peuples, l'ethnographie doit recourir à bien des auxiliaires, et la philologie comparée n'a pas été la dernière à lui rendre de signalés services. Pour s'en convaincre, qu'on lise la savante étude sur *les langues de l'Asie centrale*. A la suite de MM. Tomaschek et de Ujfalvy, l'auteur n'a pas hésité à porter ses investigations dans ce champ tout récemment ouvert à la linguistique. Un groupement habile des termes les plus usuels, un examen attentif des noms de nombre, et des références constantes aux langues indo-européennes fournissent un riche appoint pour la connaissance des dialectes du Pamir, des idiomes de l'Hindou-Kousch, et plus particulièrement du yidghah et du yagnobi. Le dernier mot n'est pas dit, mais on peut prévoir déjà qu'avec de pareils travaux la lumière sera bientôt faite sur un peuple célèbre de l'antiquité, les *Saces* ou Σάκαι.

Il semble téméraire, à première vue, de vouloir corriger l'œuvre des anciens scoliastes de l'Inde. Cependant, si l'on considère que ces grammairiens, tenant leur idiome pour parfait, n'ont guère cherché en dehors du sanscrit l'explication des anomalies linguistiques, et partant ont abouti assez souvent à des conclusions fantaisistes ou arbitraires, on concevra que la science contemporaine, mieux outillée, ait osé une retouche et proposé des solutions nouvelles, non sans succès. Ainsi, par exemple, la division des racines verbales en dix classes a toujours été un dogme inattaquable pour les grammaires sanscrites. Bopp avait déjà ébranlé cette croyance ; la critique fine et détaillée du R. P. Van den Gheyn a achevé d'établir que la huitième classe des verbes sanscrits se ramène à la cinquième, « non pas par l'existence peu démontrée de la nasale sonnante, mais par la théorie d'un thème vocalique coexistant avec la forme nasalisée ou plus ancien que celle-ci, si l'on excepte *kr*, dans *tous* les thèmes verbaux de la huitième classe. » L'Académie royale de Belgique a inséré dans ses *Bulletins* cette démonstration péremptoire.

Même rigueur de procédés, dans la recherche des vestiges *du participe moyen en latin*. Les termes à examiner sont assez nombreux : *dominus*, *terminus*, *gemini*, *femina*, *lamina*, *autumnus*, *ærumna*, *alumnus*, *antemna*, *jejunus* et autant de noms propres. La discussion est complète ; chaque mot est passé au crible ; il y a là un grand fonds d'érudition, beaucoup d'ingéniosité à dégager le type originel du participe moyen, à interpréter les variations de sens et de formes. Cependant l'auteur serait lui-même étonné, je pense, si nous lui disions que sa thèse doit nécessairement rallier tous les esprits. Les

éléments en présence sont trop nombreux et trop obscurs, pour que la divergence ne soit plus possible. Un doute en passant. Si, d'après l'hypothèse de M. Bréal, vers laquelle le R. P. Van den Gheyn penche, la forme la plus pure du participe moyen se retrouve dans le latin *-mnus*, et le zend *-amna.-emna ;* comment justifier l'allongement je ne dis pas syllabique, mais vocalique, du sanscrit *mânas ?*

Ce qui nous plaît surtout à relever dans cette série d'études si fouillées, c'est la conscience et le désintéressement scientifique de l'auteur. On rencontrerait difficilement ailleurs plus de préoccupation constante à rendre à chacun ce qui lui revient. Le scrupule en est même porté un peu loin. Par crainte de manquer de justice et de ne pas fournir au lecteur toutes les données du problème, l'auteur vise à être complet sur chaque détail ; trop complet, à notre avis : car, en philologie comme ailleurs, il y a des quantités négligeables. Cet excès d'information a pourtant sa compensation dans la confiance que l'ouvrage inspire aux lecteurs. Il témoigne du zèle de l'auteur à ne pas se soustraire à la critique, en leur mettant en mains toutes les pièces des procès qu'il plaide.

F. V. O.

III

Accord de la Science *avec le premier chapitre de la Genèse* par M. Lavaud de Lestrade, prêtre de Saint-Sulpice, professeur de sciences au Grand-Séminaire de Clermont-Ferrand. — Broch. in-12 de 136 pp. — 1885. Paris, René Haton.

Traité incessamment par une foule d'auteurs à tous les points de l'horizon, cet important sujet ne sera jamais épuisé. Il ne s'en faut point étonner. D'une part la science progresse sans cesse, et à mesure que ses découvertes s'accroissent l'accord se fait plus complet entre les vérités qu'elle met en lumière et la vérité biblique. D'autre part, les attaques contre cette vérité étant incessantes, il faut que pareillement incessante soit la défense. Le petit traité sur la matière que publie aujourd'hui M. l'abbé Lavaud de Lestrade est essentiellement didactique. Il est court, mais substantiel. Nous n'étonnerons personne en disant que son exégèse diffère du tout au tout de celle de l'illustre astronome dont nous avons, dans une précédente livraison, apprécié le brillant écrit. Ici nous avons affaire à un exégète et à un théologien : l'herméneutique est son

domaine. Son opuscule s'adresse surtout aux étudiants en théologie et au clergé, souvent trop peu au courant, en France, de ces importantes questions. Il a su résumer, avec toute la concision possible et en un petit nombre de pages, les réponses aux objections que l'on prétend opposer, au nom de la science, au récit biblique. Pour défendre la religion contre les attaques de la fausse science, ceux qui ont ou peuvent avoir charge d'âmes ont besoin de trouver des armes dans un livre méthodique, à argumentation serrée, présentant les attaques et les répliques de manière à les faire non seulement saisir facilement, mais aussi à les classer dans l'esprit et à lui permettre de les retrouver sans peine au moment du besoin. Pour atteindre ce but, l'auteur prend une à une les propositions dont se compose le récit hexamérique et, sous ce titre : *La Bible*, il explique d'abord et commente au point de vue de l'écrivain sacré la proposition à l'étude. Après quoi, sous cet autre titre : *La Science*, il expose et développe avec toute l'ampleur nécessaire ce que la science possède comme acquis ou ce qu'elle fait pressentir comme probable et prochainement démontré sur le même sujet. A la suite, il pose les objections, en faisant suivre chacune d'elles immédiatement de la réponse qui lui convient. Tout le texte est d'ailleurs divisé en paragraphes numérotés, comme il sied à un traité didactique. Quant au texte biblique, M. Lavaud de Lestrade le donne sous trois formes en regard : le latin de la Vulgate, la traduction latine d'Arias Montanus, la traduction française de M. Pozzy, employée jadis par nous-même (1).

Fournissons un exemple de la méthode de l'auteur. Il vient de donner le récit du troisième jour dans les trois textes que nous venons d'indiquer. Suit, en vedette, ce titre en petites capitales : ÉMERSION DE LA TERRE FERME. — CRÉATION DES PLANTES. Puis, au début de la première ligne du texte de l'auteur, ce sous-titre en caractères gras : 52. **La Bible.** — « Le texte biblique relatif au troisième jour n'offre pas de difficulté d'interprétation. L'écrivain sacré y raconte deux actes importants de la création, etc. » Ce premier exposé terminé, le paragraphe suivant se présente sous la même forme typographique : 53. **La Science.** — « Les deux grands actes qui remplissent le troisième jour de la création peuvent-ils trouver place dans la série des faits géologiques ? Voici ces faits et les conclusions qu'on en peut tirer... » Six paragraphes, du § 53 au § 58, sont affectés à tracer cette série ou plutôt ces deux séries de faits, les uns géologiques, les autres paléon-

(1) Dans le petit écrit sur le même sujet intitulé : *Comment s'est formé l'Univers.*

tologiques. Puis, en trois pages, le § 59 donne le « principe de solution des objections tirées du désaccord apparent entre l'ordre assigné par Moïse à la création des êtres vivants, et l'ordre de leur apparition dans les couches géologiques. »

Telle est la marche suivie durant tout le cours de ce petit traité, que l'on pourrait, avec toute espèce de bonnes raisons, appeler un *Précis*. Il se termine par une dissertation sur un « nouveau mode d'interprétation de la sainte Écriture, » dans laquelle il combat vigoureusement l'opinion de François Lenormant d'après laquelle toute assistance divine abandonnerait les auteurs de nos livres saints lorsqu'ils traitent de matières purement historiques ou scientifiques, en sorte qu'ils auraient pu, dans cet ordre, tomber formellement dans l'erreur. Nous avons vu, dans une précédente livraison, combien ce nouveau mode d'interprétation paraît cher à un illustre savant qui n'est pas tenu après tout d'avoir étudié l'herméneutique. Notre auteur le combat avec talent, et son moins bon argument n'est pas celui où il montre que ce mode est somme toute inutile, puisque les faits scientifiques démontrés s'accordent sans peine avec les données des livres saints ramenées à leur vraie signification.

J. D'E.

IV

TRANSFORMISME ET DARWINISME. *Réfutation méthodique* par M. LAVAUD DE LESTRADE, in-12, XXIII-441 pp. 1885, Paris, René Haton.

Il ne faudrait pas toutefois donner à cette doctrine, que nous croyons la vraie doctrine, une extension qu'elle ne comporte point et en faire sortir des conséquences qui n'y seraient pas contenues. Nous nous demandons si, dans l'ouvrage dont nous venons de donner le titre, le docte auteur n'aurait pas inconsciemment franchi cette limite. Il combat d'abord le darwinisme, le monisme, l'hæckélisme, autrement dit le transformisme matérialiste et athée dans ses diverses formes : c'est là un devoir, quand on considère le système à ce point de vue, pour tout catholique qui tient la plume sur ce sujet. Il combat aussi le transformisme spiritualiste et chrétien : tant qu'il le fait au nom de la science et par des considérations d'ordre purement scientifique, c'est assurément son droit. Mais quand il le combat au nom des textes de la Genèse — et c'est de beaucoup sa thèse principale dans la

question — quand il prétend que si, au point de vue purement dogmatique, l'hypothèse transformiste est admissible, elle cesse de l'être en présence du récit biblique de la création, lequel, d'après lui, la contredit et la condamne expressément, nous croyons qu'il fait erreur et franchit cette limite à laquelle nous faisions allusion plus haut.

Nous dirons plus loin par suite de quelle confusion le savant écrivain a été amené à cette interprétation, bien plus dangereuse à nos yeux que l'hypothèse transformiste renfermée dans ses limites normales et légitimes.

Examinons d'abord le plan et l'ensemble de son travail.

Dans un chapitre préliminaire, il trace tout d'abord l'exposé du transformisme en général dans ses développements les plus extrêmes, désigne ses principaux auteurs ou propagateurs, fait connaître leurs tendances et leurs théories particulières, et se livre ensuite au même travail en ce qui concerne le transformisme spiritualiste, c'est-à-dire celui des savants raisonnables, soucieux de la logique et qui n'admettent pas les phénomènes sans cause et les conclusions sans prémisses. Ces prolégomènes posés, l'érudit auteur entre dans le vif de son sujet, qu'il partage en deux grandes divisions : Première partie : *Réfutation du transformisme en général.* — Seconde partie : *Réfutation des différentes branches du transformisme.* Comme on le voit, M. l'abbé Lavaud de Lestrade n'admet pas de moyen terme : pour lui, de quelque manière, à quelque point de vue, dans quelque sens restreint que l'on envisage la théorie transformiste, cette théorie est absolument inacceptable, même à titre de simple hypothèse. C'est là une idée préconçue, un parti pris à l'avance toujours dangereux dans un ouvrage relatif aux sciences d'observation.

Dans sa première partie, l'auteur vise à établir que le transformisme est : 1° contraire à l'expérience et aux faits contemporains ; 2° contraire à l'histoire ; 3° contredit par la paléontologie ; 4° contredit par le bon sens ; 5° contredit par les naturalistes les plus célèbres et réfuté par les contradictions, les dissentiments ou les aveux de ses partisans. Ces cinq points de vue occupent autant de chapitres plus ou moins étendus suivant l'importance des matières. Dans chacun d'eux, sont groupés avec une certaine habileté les faits, les arguments, les considérations que l'auteur invoque à l'appui de sa thèse. La méthode, uniforme et toujours didactique, ne se dément jamais : sur chaque question, chaque point de détail, une proposition et sa démonstration ; à la suite, des objections, réelles ou supposées, par ordre de numéros ; après chaque objection la réponse, réfutation (ou réputée telle) que lui

oppose l'auteur. Le plus important de ces cinq chapitres nous paraît être le IIIe, où l'écrivain énumère, développe et présente sous le jour le plus favorable à sa cause toutes les objections qu'il croit pouvoir tirer, contre la théorie transformiste, des faits paléontologiques. De ces objections plusieurs en effet sont sérieuses. Quant à celles qui font l'objet des autres chapitres, les unes concernent plutôt le transformisme hæckélien, lequel, on le sait, dépasse sans règle ni mesure toutes les limites permises à une hypothèse scientifique, les autres tendraient seulement à démontrer le néant du système quant aux faits de l'âge géologique actuel. Tandis que les objections de l'ordre paléontologique, si elles avaient la portée générale et absolue que leur attribue l'érudit écrivain, ruineraient l'hypothèse évolutionniste aussi bien durant les âges de formation du monde terrestre que durant l'âge final ou de l'apparition et de l'existence de l'homme.

Le Ve chapitre est consacré surtout à mettre en relief d'une part les doctrines et les objections contre le transformisme des naturalistes soit antérieurs soit postérieurs à l'apparition de cette théorie, d'autre part les visées, les tendances et les conclusions des transformistes athées. Sans doute ces derniers reçoivent là quelques coups bien appliqués ; mais l'hypothèse du transformisme spiritualiste ne nous semble pas en recevoir une bien rude atteinte.

La seconde partie ne comprend que trois chapitres, mais divisés et subdivisés en une multitude de sections, articles et paragraphes. Le premier est consacré à l'exposé complet de la théorie évolutionniste dans le sens où l'a imaginée, développée et, il faut bien le reconnaître, exagérée Darwin, le grand naturaliste anglais, un exposé qui n'exclut d'ailleurs, ni la discussion, ni l'attaque. Le chapitre III étudie et combat le transformisme en tant qu'appliqué à la création ou plutôt à la formation de l'homme, à la descendance prétendue simienne, au progrès soi-disant fatal et continu, et autres conjectures gratuites ou contredites par les faits, mais créées pour les besoins de la cause des matérialistes et des athées. Quant au chapitre II, il va nous occuper plus longuement.

Il concerne exclusivement le transformisme spiritualiste. L'auteur entend examiner « cette doctrine » comme il l'appelle, 1° à la lumière de la raison, 2° à la lumière de la foi, 3° à la lumière des faits. Au point de vue de la raison il reconnaît loyalement que, du moment où l'on admet ou tout au moins où l'on ne repousse pas l'intervention divine comme départ initial, la théorie qui fait dériver toutes les espèces d'un petit nombre d'espèces primitives suivant une loi d'évo-

lution, est tout aussi conciliable avec la puissance et l'intelligence infinies de Dieu que le système qui admet autant de créations successives que d'espèces actuellement différentes. Toutefois, même considéré uniquement sous ce rapport, il estime ce système dangereux. Il se demande si ses adhérents ne céderaient pas à la crainte du *miracle* et du surnaturel et ne subiraient pas, inconsciemment, l'influence de l'école déiste qui, tout en admettant Dieu, nie sa providence.

Eh bien, avouons-le avec toute la déférence et le respect dus au caractère et au mérite du très honorable auteur, ce qui nous paraît bien plus dangereux que l'hypothèse transformiste maintenue dans ses limites rationnelles, c'est cette crainte de la science en face des livres saints. Car au fond c'est cela. Le transformisme n'est qu'une hypothèse, il est vrai, et ses partisans ont tort quand ils le veulent donner comme un fait acquis, une doctrine définitive. Mais les hypothèses sont les jalons placés en avant de la marche de la science : souvent elles doivent être abandonnées plus tard, et elles le sont lorsque des découvertes plus approfondies les ont irrémédiablement condamnées : telle l'hypothèse de l'émission dans la théorie de la lumière. Mais parfois aussi de nouveaux faits ultérieurement constatés les affermissent et réduisent à néant les objections qui paraissaient d'abord se dresser irrésistiblement contre elles. Il arrive même qu'une hypothèse absolument abandonnée durant un temps plus ou moins long est parfois reprise plus tard au moins partiellement. Ainsi les fameux tourbillons de Descartes, proscrits par Newton d'une manière qui paraissait définitive, sont aujourd'hui repris par M. Faye en ce qui concerne l'état cosmique initial. L'hypothèse transformiste se heurte encore, surtout pour la période géologique contemporaine, à de très graves objections, lesquelles s'atténuent d'ailleurs dans une certaine mesure quand on remonte aux âges géologiques antérieurs à l'homme. L'état de la question évolutionniste a été remarquablement exposé dans une revue à laquelle on ne reprochera pas, certes, d'être trop large en matière d'interprétations. M. l'abbé Ducrost a traité la question avec une grande hauteur de vues sous ce titre : *De l'évolution*, dans deux brillants articles publiés par la *Controverse*, livraisons d'octobre et de novembre 1884. Il y présente le pour et le contre avec une parfaite impartialité (1) : et, tout en estimant que les considérations défavorables

(1) Il a même poussé l'esprit d'impartialité un peu loin, selon nous, en paraissant prendre au sérieux la fameuse *Eopteris Morieri*, cette prétendue fougère silurienne des ardoisières d'Angers, laquelle n'était autre qu'une arborisation de sulfure de fer.

semblent l'emporter sur les autres, il se garde bien de conclure à la condamnation de l'hypothèse qui lui paraît la moins probable. « Que Dieu ait agi directement ou en employant les causes secondes, peu nous importe, » s'écrie-t-il sagement (1). Les sciences d'observation ne doivent pas être envisagées de la même manière que les sciences métaphysiques. En métaphysique on peut et l'on doit combattre telle proposition qui paraît dangereuse *à priori*, parce que l'on ne raisonne que sur des données abstraites. Dans les sciences d'observation, tant qu'une théorie n'est pas certainement hétérodoxe comme le monisme de Hæckel, par exemple, ou le polygénisme, il faut apporter la plus grande circonspection avant de la combattre pour ses tendances possibles. Autrement, voici le danger auquel on s'expose : il se peut que le progrès des sciences augmente la somme des faits favorables à la théorie, atténue ou annule la valeur et la force des objections, et que finalement cette théorie qui avait, à ses débuts, paru « dangereuse », finisse, devant l'évidence de nouvelles découvertes, par être définitivement admise dans la science. Que restera-t-il alors de l'argumentation fondée sur un prétendu danger pour la foi ou la véracité des saintes Écritures ? Un trouble plus grand chez les esprits hésitants, une arme de plus entre les mains de l'ennemi !... Feu le savant et pieux abbé Bourgeois, qui se trompait d'ailleurs dans son opinion en faveur de l'homme tertiaire, témoignait de plus de confiance dans la force et la solidité du livre inspiré, quand il poursuivait ses recherches, bien certain que, aux yeux des hommes sincères et de bonne foi, la véracité de la Bible triompherait toujours.

Il est un autre point, plus important encore, où nous avons le regret de nous séparer aussi du savant professeur du séminaire de Clermont-Ferrand. Quand il veut tirer du texte même de la Genèse la réfutation et la condamnation du transformisme, il nous est absolument impossible de le suivre. Non pas que nous ayons une prédilection particulière pour la théorie de l'évolution. Comme hypothèse et avec toutes les réserves qu'implique une théorie maintenue à l'état d'hypothèse, elle ne manque pas d'attraits, nous ne craignons pas de le reconnaître; mais, considérée comme doctrine, comme théorie *définitive*, comme *fait acquis*, ainsi que le veulent plusieurs de ses adeptes, elle nous paraît encore loin d'être acceptable. Toutefois, de là à en trouver la condamnation dans le récit de l'hexaméron il y a forte distance. D'autres ont voulu au contraire y voir une confirmation de cette même théorie. Ils se trompaient également.

(1) Cf. *Controv.*, nov. 1884, p. 445.

Moïse, il faut le dire et le redire jusqu'à satiété, ne se proposait pas d'apprendre aux Hébreux, et moins encore au surplus des hommes, les sciences profanes. Mais, à ceux auxquels il s'adressait, il parlait le seul langage qu'ils pussent comprendre. Parce qu'il a écrit que Dieu créa les arbres et les plantes selon leur espèce, *juxta genus suum*, les diverses sortes d'animaux également selon leur espèce, *in species suas... in genere suo... secundum species suas*, M. l'abbé Lavaud de Lestrade en conclut que Dieu a nécessairement et immédiatement créé du premier coup toutes les espèces actuellement existantes. La conclusion nous paraît dépasser de beaucoup les prémisses. L'espèce et le genre sont choses essentiellement relatives, et l'on pourrait, *à priori*, répondre que Dieu a pu créer des végétaux et des animaux répartis en un très petit nombre d'espèces, lesquelles étaient bien des espèces distinctes et séparées au moment de leur apparition, justifiant pleinement ainsi le sens *obvie* des versets 11, 12, 20, 21, 24, 25 du premier chapitre de la Genèse : puis ces espèces, se développant et se multipliant suivant une loi à laquelle Dieu les aurait soumises, auraient été chacune la souche d'un grand nombre d'autres. Envisagée à ce point de vue, la théorie transformiste n'est en aucune façon contredite par le texte sacré. Mais il n'est pas même besoin de recourir à cette explication. Saint Augustin n'admet-il pas quelque part que les plantes pouvaient n'avoir été créées que *in causa*, *in fieri*, lorsque Dieu prononça le commandement : *Germinet terra herbam virentem?* Il est vrai que le texte hexamérique ajoute un peu plus loin : *Et protulit terra herbam virentem*, etc. Ce qui indique que, si elles n'ont été créées d'abord qu'en puissance, *in causa*, l'acte ne tarda pas à suivre. Mais qui empêche d'admettre que sa réalisation se produisît successivement, graduellement ? Dieu communique au sol et aux eaux la faculté ou mieux la capacité de produire des germes végétaux, des embryons animaux, assujettissant en même temps ces germes et ces embryons à une loi d'évolution qui aurait à peu près achevé d'accomplir ses effets lorsque l'homme ferait son apparition sur le globe. Le texte des versets précités ne serait-il pas ici rigoureusement justifié ? Et ne serait-il pas ici, tout aussi bien que dans l'hypothèse des créations organiques multiples et successives, littéralement exact de dire : *Et protulit terra herbam virentem facientem semen* JUXTA GENUS SUUM, etc... *Creavit Deus omnem animam viventem*... IN SPECIES SUAS.... *jumenta et reptile terræ* IN GENERE SUO ? Ces textes ne commandent pas plus l'accomplissement immédiat et instantané de la parole créatrice que le *Fuit vespere et fuit mane, dies unus... dies secundus*, etc...

dies sextus.... des versets 5, 8, 13, 19, 23 et 31, n'implique la naissance et le développement de l'ensemble de la création dans une durée de six fois 24 heures seulement. Le R. P. Corluy nous paraît avoir bien mieux l'intelligence vraie du texte sacré, lorsqu'il écrit dans une revue peu suspecte à cet égard : « Peut-on affirmer avec certitude que ces paroles [*Dieu forma donc l'homme poussière de la terre et il souffla dans ses narines le souffle de la vie* (Gen. II, 7)] condamnent formellement l'hypothèse de l'évolution appliquée à l'origine du *corps* humain ? Nous ne le pensons pas, car l'écrivain sacré... ne définit rien de précis par rapport au mode réel suivant lequel s'est produite l'action formatrice » du corps de l'homme (1). D'une manière plus générale, M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet écrit, dans sa magnifique *Apologie scientifique de la foi chrétienne*, en parlant du transformisme : « La foi est ici complètement désintéressée, et nul n'a le droit de l'engager dans une querelle purement scientifique. Il n'y a pas un mot dans le texte sacré qui s'oppose à l'hypothèse d'une évolution : rien n'est révélé sur la manière dont se sont produits et développés le règne végétal et le règne animal (2). » C'est là, croyons-nous, la véritable interprétation. C'est aussi la plus prudente et la plus sage : elle ne préjuge rien, elle ne résout rien dans une question d'ordre essentiellement scientifique, et témoigne par là d'un respect d'autant plus grand pour nos livres saints, évitant de les compromettre dans ces disputes des hommes auxquelles Dieu a abandonné la recherche des secrets de la nature.

Nous avons cru devoir apprécier avec une respectueuse indépendance et une entière franchise l'œuvre de M. l'abbé Lavaud de Lestrade. Nous n'en rendons pas moins hommage au travail considérable et à la somme d'érudition dont son livre témoigne. Animés du même dévouement à la vérité et du même amour de l'Église, nous pouvons différer dans la manière de servir l'une et l'autre sur le terrain des discussions scientifiques : mais l'auteur des appréciations qu'on vient de lire n'en prise que mieux les efforts, d'où qu'ils viennent, inspirés par une aussi noble émulation.

J. D'E.

(1) Cf. *Controverse*, mai 1885, p. 78.
(2) *Apolog. foi chrét.*, éd. in-12, p. 290.

V

Cours d'Algèbre supérieure, par J. A. Serret, membre de l'Institut et du Bureau des longitudes. Cinquième édition : 2 vol. in-8°. de XIII-647 et XII-694 pages : Paris, Gauthier-Villars, 1885.

Le *Cours d'Algèbre supérieure* de Serret est un des ouvrages classiques les plus répandus sur la matière. Quatre éditions complètement épuisées font foi de son succès. Quatre éditions pour un livre touchant à des théories scientifiques aussi élevées, c'est un chiffre des plus respectables ! La cinquième édition vient de sortir des presses de M. Gauthier-Villars.

Nous n'avons pas la prétention d'apprendre à tous les lecteurs de la *Revue* ce que contient cet excellent Cours : certains d'entre eux ont eu sans doute occasion de le consulter, sinon de l'étudier à fond : en revanche d'autres personnes peuvent ne le connaître que de nom : à celles-là nous essaierons d'en donner une idée succincte : mais ce que nous serons impuissants à rendre, c'est le plaisir que l'on éprouve à suivre dans les belles théories de l'Algèbre supérieure cet esprit délicat et fécond, dont la méthode est aussi sûre et ingénieuse que l'exposition claire et attachante.

Serret — c'est lui-même qui nous le dit dans un avertissement — n'a pas voulu écrire un Traité complet d'Algèbre supérieure. Il s'est contenté de développer plusieurs théories importantes de cette partie de la science, en vue du cours qu'il professait avec tant d'éclat à la Sorbonne. « On reconnaîtra, dit-il, je l'espère, que j'ai constitué un corps de doctrine étendu qui ne sera pas sans quelque utilité pour les géomètres qui s'occupent de cette branche importante de l'analyse mathématique. »

Le vœu de l'illustre auteur est d'ores et déjà réalisé. Maints géomètres se sont formés à son école. Non moins nombreux seront ceux qui viendront encore puiser aux sources pures de sa doctrine.

Serret a divisé son Cours en cinq sections :

I. — Théorie générale des équations. Leur résolution numérique.

II. — Théorie des fonctions symétriques.

III. — Propriétés des nombres entiers.

IV. — Théorie des substitutions.

V. — Résolution algébrique des équations.

Le Tome Ier comprend les deux premières sections.

Dans une Introduction de quatre pages seulement, l'auteur trace d'une main alerte un tableau saisissant des progrès de l'Algèbre.

« L'Algèbre, dit Serret, est à proprement parler, l'*Analyse des équations ;* les diverses théories partielles qu'elle comprend se rattachent toutes, plus ou moins, à cet objet principal... » Dans sa pensée même la véritable fin de l'Algèbre est la *résolution algébrique des équations*, en vue de laquelle ont été créées presque toutes les parties de cette science. Il nous le dit en terminant son Introduction : « Quoique j'aie surtout en vue, dans cet ouvrage, les théories qui se rapportent à la résolution algébrique des équations, je n'en crois pas moins utile de reproduire ici les principes qui sont le fondement de la théorie générale des équations et sur lesquels reposent les méthodes employées pour leur résolution numérique. »

S'attachant donc tout spécialement à la résolution algébrique des équations, Serret esquisse à grands traits la genèse de cette théorie, depuis les premières méthodes proposées pour les équations du second degré, méthodes dont l'origine remonte à la plus haute antiquité, jusqu'aux recherches toutes modernes de Lagrange, d'Abel, de Galois, et des géomètres contemporains MM. Hermite, Kronecker, Betti,... sur les équations de degré supérieur solubles par radicaux.

Ayant ainsi résumé l'historique de son sujet, l'auteur entre en matière par l'étude des propriétés générales et de la résolution numérique des équations.

Au seuil de cette étude, nous trouvons la théorie des fractions continues. Serret, après avoir exposé les propriétés des fractions continues, introduit la notion importante des fractions convergentes intermédiaires, ce qui lui permet d'exprimer, avec une approximation donnée, une irrationnelle donnée, au moyen d'une fraction rationnelle ; il donne, à cette occasion, le théorème de Lejeune-Dirichlet ; puis il montre l'application de la théorie précédente à l'analyse indéterminée du premier degré et à diverses autres questions de l'Arithmétique supérieure.

La théorie des fractions continues périodiques est du plus haut intérêt. On sait, en effet, depuis Lagrange que toute irrationnelle du second degré est exprimable au moyen d'une telle fraction, et inversement. Il existe en outre de curieuses relations entre les fractions continues périodiques qui développent les deux racines d'une même équation du second degré à coefficients rationnels. Tous les détails de cette intéressante théorie sont présentés avec beaucoup de soin et de clarté par Serret, qui en fait ensuite l'application à l'analyse indéterminée du

second degré. Nous ne terminerons point ce qui est relatif aux fractions continues sans rappeler que M. Hermite a, dans ces derniers temps, fait connaître (1) une démonstration lumineuse du théorème de Lagrange, sensiblement plus simple que celles qui étaient connues jusqu'alors.

L'étude des propriétés générales des équations algébriques débute par les notions essentielles sur les expressions imaginaires et les propriétés des fonctions entières. Ces préliminaires aboutissent au principe fondamental de la théorie des équations, à savoir que toute équation algébrique a au moins une racine, réelle ou imaginaire. Mais nous préférons de ce théorème la belle démonstration de Cauchy, l'une des plus originales assurément de l'Algèbre moderne, et que Serret développe un peu plus loin (2).

L'étude des transformations linéaires des équations qui conduit à une première méthode de résolution des équations du troisième et du quatrième degré termine le chapitre.

Le chapitre suivant est consacré tout entier à la théorie des équations simultanées et de l'élimination. On y trouve une exposition particulièrement claire et simple de la méthode de Bezout, que Serret complète par l'ingénieux théorème de Liouville sur le calcul des valeurs des inconnues éliminées qui répondent à chaque racine de l'équation finale, et qu'il applique avec une élégance remarquable au cas de trois équations du deuxième degré à trois inconnues, c'est-à-dire à la recherche des points communs à trois surfaces du second ordre : il ne se contente pas de résoudre le problème, il le discute et rehausse ainsi l'intérêt de la question, en faisant ressortir son importance géométrique.

Serret explique par suite de quelles circonstances le degré de l'équation finale peut être abaissé, puis il examine le cas des solutions multiples qui donne lieu à un théorème important.

On sait que la recherche des solutions communes à deux équations à deux inconnues par la méthode du plus grand commun diviseur, quoique fort simple, a l'inconvénient d'introduire des solutions étrangères. Labatie fit connaître en 1832 un théorème remarquable qui supprime cet inconvénient et dont Serret développe la démonstration. Depuis, d'autres méthodes ont été imaginées pour le même objet. L'auteur

(1) *Bulletin des sciences mathématiques*, 2e série, t. IX ; 1885.

(2) On sait que d'autres démonstrations de ce théorème fondamental ont été récemment proposées par MM. Lipschitz, Dutordoir, Walecki.

montre ensuite l'application de la théorie précédente à la transformation et à l'abaissement des équations.

En vue des applications fréquentes qu'il aura occasion d'en faire, Serret consacre tout un chapitre aux propriétés des racines de l'unité. Il fait voir comment, dans tous les cas, la résolution d'une équation binôme se réduit à la recherche de ses racines primitives, et il montre que la méthode d'abaissement des équations réciproques, appliquée aux équations binômes, ramène la résolution de ces équations à celle d'équations de degré moins élevé, dont il enseigne, par un procédé ingénieux, à former le premier membre. Enfin il démontre l'irréductibilité de l'équation qui donne les racines, autres que l'unité, de toute équation binôme dont le dégré est un nombre premier.

La résolution numérique des équations comprend deux grands problèmes dont l'un est la clef de l'autre : la séparation des racines ; leur calcul numérique.

A chacun d'eux, Serret consacre un long chapitre.

En ce qui concerne la séparation des racines, la première question qui se pose est la détermination des limites supérieure et inférieure de ces racines, limites qui circonscrivent le champ des investigations. Pour cet objet Serret donne les méthodes classiques de Maclaurin, de Lagrange et de Newton. On en connaît aujourd'hui beaucoup d'autres dont les principales ont été données par M. Laguerre, à qui l'analyse des équations est redevable de tant et de si notables progrès.

Le théorème de Descartes est établi par Serret au moyen de l'ancienne démonstration qui repose sur le lemme de Gauss. Nous n'hésitons pas à préférer l'ingénieuse démonstration de M. Laguerre (1), qui étend d'ailleurs la règle des signes de Descartes aux équations dans lesquelles les exposants de la variable sont fractionnaires ou même incommensurables. M. Désiré André a montré récemment que l'on pouvait abaisser la limite fournie par le théorème de Descartes.

Le théorème de Budan et Fourier fait connaître une limite supérieure du nombre des racines comprises entre deux nombres donnés, et ce nombre lui-même si l'équation a toutes ses racines réelles. M. Laguerre a démontré, pour le même objet, un autre théorème qui a l'avantage de s'étendre, sans difficultés, à certaines équations transcendantes. Ce

(1) M. Laguerre a résumé ses belles recherches sur l'analyse des équations dans son *Mémoire sur la théorie des équations numériques* (*Journal de Mathématiques*, 3e série, t. IX, p. 99). Voir aussi du même auteur divers articles dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques* (Années 1878, 1879, 1880) et dans les *Acta mathematica* (année 1884).

savant géomètre a également donné une méthode pour déterminer le nombre *exact* des racines positives d'une équation donnée.

Mais la solution complète du problème de la séparation des racines est tout entière contenue dans l'admirable théorème de Sturm qui, théoriquement du moins, suffit à tout, et dont Serret dit qu'il « constitue l'une des plus brillantes découvertes dont se soit enrichie l'Analyse mathématique. » Serret, après avoir démontré ce théorème, et fait à son sujet de nombreuses et intéressantes remarques, l'applique à divers problèmes, et, entre autres, à la recherche du nombre qui exprime combien une équation quelconque a de racines réelles ou imaginaires dans l'intérieur d'un contour donné, problème qui conduit à la séparation des racines imaginaires.

Pour la séparation des racines réelles, que Lagrange opérait par le moyen de l'équation aux carrés des différences, le théorème de Sturm donne la solution la plus complète et la plus élégante que l'on puisse imaginer. Mais l'application pratique de cette méthode conduit généralement à des calculs assez difficiles qu'il vaut mieux éviter en employant la méthode de Fourier, développée avec détail par Serret.

Quant au calcul des racines des équations numériques, l'auteur, après avoir indiqué comment on procède à la recherche des racines commensurables, expose la théorie des différences qui permet, une fois la séparation effectuée, de calculer les racines incommensurables avec une première approximation. Pour approcher davantage des valeurs de ces racines on fait usage soit de la méthode de Newton, soit de celle de Lagrange. Pour la première, Serret, par un heureux artifice, montre comment on peut se rendre compte de l'erreur commise, ce qui est de la plus haute importance. Quant à la seconde, on sait qu'elle consiste à développer la racine cherchée en fraction continue ; Lagrange l'a complétée par une remarque qui en simplifie grandement l'application. Serret fait en outre connaître l'ingénieuse méthode de Vincent (1), qui repose sur une belle propriété des fractions continues et procède à la fois des deux méthodes précédentes. Les racines imaginaires peuvent être calculées par la méthode de Newton, encore applicable dans ce cas, mais le plus simple est de recourir à l'élimination.

La deuxième section, avons-nous dit, est consacrée aux fonctions symétriques, dont le rôle est si important dans l'Analyse mathématique. La première question qui se pose au sujet de ces fonctions est leur calcul au moyen des coefficients des équations correspondantes. Le pro-

(1) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, t. I.

blème peut se ramener de proche en proche à la recherche de la somme des puissances semblables des racines d'une équation, recherche que l'on peut opérer soit par les formules célèbres de Newton, soit par le procédé de la division algébrique qui, au fond, revient au même, soit enfin par la formule de Waring. Mais il est plus élégant d'effectuer directement le calcul d'une fonction symétrique donnée au moyen, soit de la méthode de Waring, soit de celle de Cauchy, dont Serret complète l'exposition par divers exemples bien choisis. L'auteur fait voir ensuite, en éclairant sa théorie par l'examen de divers cas particuliers, comment la connaissance des fonctions symétriques permet de construire les équations qui donnent les fonctions rationnelles quelconques de plusieurs racines d'une équation. Une autre application importante est donnée par la méthode d'élimination fondée sur la théorie des fonctions symétriques, méthode que Serret complète par le théorème de Lagrange sur les conditions pour que deux équations aient plusieurs racines communes.

La méthode proposée en 1683 dans les *Actes de Leipsick* par Tschirnaüs pour faire disparaître d'une équation autant de termes qu'on le veut, moyennant la résolution de certaines autres équations, conduit à un procédé de résolution des équations des troisième et quatrième degrés. Un habile géomètre anglais, M. Jerrard, a fait voir que, en appliquant convenablement cette méthode à une équation quelconque du cinquième degré, on pouvait par la résolution d'une équation du troisième degré, ramener cette équation à la forme trinôme.

Serret démontre la célèbre formule de Lagrange contenue dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin*, et qui conduit à l'expression explicite de la somme des puissances semblables des racines d'une équation en fonction des coefficients de cette équation, expression connue sous le nom de formule de Waring, parce que ce géomètre la publia dans ses *Meditationes algebraicæ*. Waring donna également l'expression d'une fonction symétrique d'ordre quelconque des racines d'une équation, en fonction de sommes des puissances semblables des racines. Serret établit cette formule difficile avec une grande clarté. Il expose ensuite une nouvelle et ingénieuse méthode pour former le dernier terme de l'équation aux carrés des différences, dont la considération est utile en Analyse. Enfin, revenant sur la formule de Lagrange, il développe la belle analyse de M. Rouché, qui présente sur la première démonstration l'avantage d'une rigueur serrée, et il donne plusieurs applications de cette importante formule.

Dans le chapitre suivant, Serret développe, avec tous les détails qu'elle comporte, la théorie des fractions rationnelles, où nous signalons une forme particulièrement élégante de l'expression d'une fraction rationnelle décomposée en fractions simples. A titre d'applications, Serret indique des conditions pour que l'intégrale d'une différentielle rationnelle soit algébrique, ce qui lui permet de traiter le beau problème qu'il a résolu dans le XXXVe cahier du *Journal de l'École polytechnique* sur les courbes algébriques dont l'arc s'exprime par un arc de cercle. Il donne aussi la formule d'interpolation de Cauchy et les notions essentielles sur les séries récurrentes.

L'auteur expose quelques notions succinctes au sujet des fonctions alternées et des déterminants, en vue de la théorie des formes quadratiques qu'il développe ensuite : c'est là que s'introduisent la notion toute moderne de l'invariant et celle de la fonction adjointe de Gauss. De la proposition importante due à M. Sylvester et connue sous le nom de *loi de l'inertie des formes quadratiques*, il donne la belle démonstration de M. Hermite. Vient ensuite l'important théorème de M. Sylvester sur les fonctions de Sturm, qui permet, comme conséquence, de déterminer exactement le nombre des couples de racines imaginaires d'une équation donnée. Borchardt a donné à ce dernier résultat une forme particulièrement élégante. Ce profond géomètre a aussi, dans le même mémoire, démontré la réalité des racines de l'équation en S la plus générale, par une belle analyse que reproduit Serret. Enfin, Serret développe la remarquable et ingénieuse méthode de M. Hermite pour déterminer le nombre des racines réelles d'une équation qui sont comprises entre deux limites données, méthode qui conduit comme corollaire au théorème de Sturm.

Le premier volume se termine par l'extension aux solutions communes à plusieurs équations de la théorie des fonctions symétriques, avec application à la théorie de l'élimination. On trouve là l'élégante analyse de Liouville sur le développement des fonctions implicites suivant les puissances décroissantes de la variable, suivie d'une intéressante application géométrique (démonstration analytique d'un théorème de Chasles), et le procédé de M. Minding pour déterminer avec précision le degré de l'équation finale relative à deux équations quelconques données.

Le tome II débute par une incursion de l'auteur sur le domaine de la théorie des nombres. Cette branche de la science peut être un utile appui à l'analyse des équations, et c'est pour cela que Serret s'y attache. Il traite d'abord des congruences, et [illegible] les théorèmes

classiques de Fermat et de Wilson avec leurs généralisations ; puis il envisage les résidus de puissances qui le conduisent aux congruences binômes. On sait que cette théorie repose sur la connaissance des racines primitives et des indices. On rencontre là le théorème de Legendre sur la loi de réciprocité qui existe entre deux nombres premiers, avec la démonstration qu'en a donnée Gauss.

Dans un chapitre consacré aux propriétés des fonctions entières d'une variable relativement à un module premier, Serret expose une théorie qui a été l'objet d'un de ses mémoires, présenté en 1865 à l'Académie des sciences. Cette théorie, très délicate et supérieurement traitée, le conduit à des applications importantes. Il détermine, par une méthode qui lui est propre, les fonctions entières irréductibles suivant un module premier dans le cas où le degré est une puissance du module. Enfin il envisage le problème qui consiste à fixer la totalité des nombres premiers compris entre des limites données ; ce problème n'a pas encore été rigoureusement résolu, mais M. Tchébichef, par de très ingénieuses et très originales considérations que rapporte Serret, a déterminé des limites entre lesquelles est toujours compris le nombre cherché. Auparavant, et en vue même de cet objet, Serret indique une méthode qui permet de déduire la formule de Stirling qui fait connaître le logarithme du produit des x premiers nombres, de la formule de Wallis qui donne une expression du nombre π sous forme de produit indéfini.

La section IV constitue à elle seule un petit traité des substitutions, théorie capitale qui joue un rôle fort important en Analyse, et qui a été l'objet de beaux travaux de la part de plusieurs géomètres contemporains, au premier rang desquels il faut citer M. Camille Jordan.

Serret expose d'abord les propriétés générales des substitutions ; il s'agit là d'une matière tout à fait spéciale, absolument différente de ce qu'on a vu jusque-là ; mais l'étudiant, même livré à ses propres ressources, ne saurait s'en effrayer : il est bien facile en effet de suivre une voie, si nouvelle qu'elle soit, avec un guide aussi sûr que Serret.

Une notion importante dans la théorie des substitutions est celle des systèmes conjugués formés par des substitutions qui se reproduisent par des multiplications entre elles. Serret développe les propriétés de ces systèmes qui conduisent eux-mêmes à la notion des groupes de permutations.

Le chapitre suivant contient des considérations extrêmement intéressantes sur les indices des systèmes conjugués et la *transitivité* des

systèmes de substitutions conjuguées. Sur la limite inférieure de l'indice d'un système de substitutions conjuguées, lorsque cet indice est supérieur à 2, il existe un théorème célèbre qui, pour arriver à sa forme définitive, a passé par plusieurs phases successives auxquelles Serret nous fait assister. Ce théorème, entrevu sur un cas particulier par Rufini, a tenté les efforts de Cauchy qui n'en a obtenu qu'une expression incomplète. A M. Bertrand est revenu l'honneur de pénétrer le premier jusqu'au fond de la question : mais la solution, fort élégante d'ailleurs, de ce savant géomètre exige malheureusement que l'on admette certain postulatum : Serret a su s'affranchir de cette entrave, et donner une démonstration pleinement rigoureuse de ce théorème et de plusieurs autres non moins importants.

Il consacre ensuite un chapitre à certains cas particuliers de la théorie des substitutions, qui intéressent tout spécialement l'analyse des équations, et au premier rang desquels nous trouvons les substitutions linéaires. Il considère à un point de vue particulier, qui lui est personnel, les fonctions rationnelles prises suivant un module premier, et fait connaître les recherches de M. Hermite sur la représentation des substitutions par des fonctions analytiques. L'expression analytique des substitutions de cinq lettres a été donnée par M. Betti ; M. Hermite a résolu le même problème à l'égard des substitutions de sept lettres.

Pour clore la section qui a trait aux substitutions, Serret donne l'importante application de cette théorie au problème difficile qui a pour but de déterminer les valeurs diverses que prend une fonction de plusieurs variables par les substitutions de ces variables, problème qu'il traite d'après les beaux travaux de Cauchy et de Galois.

Nous touchons enfin au couronnement de l'œuvre : je veux parler de la résolution algébrique des équations. On sait résoudre algébriquement les équations des troisième et quatrième degrés, et c'est par là que Serret débute. Il donne pour l'équation du troisième degré la méthode de Hudde qui conduit aux formules de Cardan, discutées ici en grand détail, la méthode de Lagrange, celles de Tschirnaüs et d'Euler, et indique un cas où la résolution d'une équation du troisième degré se réduit à celle d'une équation du second. Pour l'équation du quatrième degré, il développe les méthodes de Ferrari et de Lagrange, et fait ressortir par suite de quelle circonstance ces méthodes réussissent (1). Lagrange, nous l'avons déjà dit, se plaçant à un point de

(1) Un des géomètres les plus profonds dont s'honore actuellement la

vue général, a tenté d'avancer plus avant dans la résolution algébrique des équations ; ses efforts, efforts de génie, sont venus se heurter à une impossibilité mathématique ; mais ils n'ont point été perdus pour la science, ils ont été pour Lagrange l'occasion de précieuses remarques rapportées par Serret.

La démonstration de ce fait capital, à savoir l'impossiblité de la résolution algébrique des équations générales au delà du quatrième degré, par les moyens de notre algorithmie, cette démonstration, dis-je, remplit tout le chapitre suivant, où elle est exposée avec une rigueur et une clarté incomparables.

Mais si cette résolution générale est mathématiquement impossible, du moins existe-t-il certaines équations de degré supérieur accessibles à nos méthodes, et qui ont été pour des géomètres éminents l'occasion des plus remarquables travaux. C'est à ces équations qu'est consacré tout le reste de l'ouvrage.

Au premier rang de ces équations nous trouvons celles que M. Kronecker a appelées *abéliennes*, parce qu'elles ont été découvertes par l'illustre géomètre norwégien ; ces équations sont définies par ce caractère que chaque racine peut s'exprimer rationnellement par l'une quelconque des autres. La résolution d'une telle équation se ramène à celle d'équations de degrés moindres ; il y a même des cas où l'équation est résoluble algébriquement. Serret développe cette théorie pour l'appliquer ensuite aux équations rencontrées par Gauss dans le problème de la division du cercle en un certain nombre de parties égales ; il démontre également diverses propriétés remarquables des équations complètes dont tous les coefficients sont égaux à l'unité, d'où résulte une démonstration nouvelle de la loi de réciprocité de Legendre.

Après les équations abéliennes, Serret envisage les équations du neuvième degré rencontrées par Otto Hesse dans la recherche des points d'inflexion des courbes du troisième ordre, équations résolubles algébriquement, comme l'a prouvé ce savant géomètre. Cette théorie fournit à Serret l'occasion de développer, avec son élégance habituelle, les propriétés des points d'inflexion des courbes du troisième ordre. Cette intéressante question, traitée au moyen de la pure géométrie, atteste la souplesse du talent de l'auteur. Serret donne également le

France, M. Halphen, a dans un mémoire récent (*Nouvelles Annales de mathématiques*, 3e série, t. IV, 1885, p. 17), déduit d'une identité remarquable une méthode nouvelle et fort ingénieuse de résolution des équations des troisième et quatrième degrés, qui donne tous les résultats établis d'ordinaire au moyen de la théorie des covariants, et d'autres encore. Nous ne pouvions nous dispenser de mentionner ici cette élégante méthode.

théorème de Steiner sur les vingt-sept points d'une cubique où cette courbe peut avoir un contact du cinquième ordre avec une conique, points qui sont déterminés par une équation du vingt-septième degré résoluble algébriquement.

Après ces exemples particuliers, se pose tout naturellement la question générale réservée par Serret pour le dernier chapitre de son livre : Quelles sont les équations résolubles algébriquement ? Sous quelles conditions une équation de degré supérieur est-elle soluble par radicaux ? On sait que ce grand problème a fait l'objet des préoccupation de ces penseurs de génie qui s'appellent Abel et Galois, et qu'il a provoqué les recherches des plus illustres analystes contemporains, MM. Hermite, Kronecker, etc. Serret expose d'abord la belle théorie contenue dans le célèbre mémoire de Galois : *Sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux*, théorie qui repose, comme on sait, sur celle des substitutions. Il suit l'ordre des propositions que Galois avait adopté, mais en suppléant en certains endroits à l'insuffisance des démonstrations. L'application de cette théorie présente de grandes difficultés. Serret l'opère, d'après Galois, dans le cas des équations irréductibles dont le degré est un nombre premier. Il fait suivre cette application des belles recherches de M. Hermite sur ce sujet, et termine son ouvrage en donnant la traduction de l'important mémoire de M. Kronecker, présenté en 1853 à l'académie de Berlin, où la recherche des équations résolubles algébriquement est ramenée dans tous les cas à celle des équations abéliennes. Ce beau travail est un digne complément à l'œuvre admirable de Serret.

Aurons-nous, par l'analyse qui précède, donné une idée suffisamment précise de cet ouvrage magistral? Nous n'oserions nous en flatter. Au moins, espérons-nous en avoir assez dit pour inspirer à ceux qui sont épris de la clarté, de la rigueur et de l'élégance, le désir de le connaître. En tout cas, nous pouvons affirmer que les étudiants en mathématiques supérieures, ceux qui travaillent la science en vue d'examens à passer, de thèses à soutenir, comme ceux qui veulent se préparer à la lecture des mémoires originaux, et se livrer à des recherches personnelles, que tous, dis-je, ne pourront avoir de guide plus savant et plus sûr, présentant la vérité sous un jour plus éclatant, l'établissant avec une plus entière rigueur et dans des formes plus attrayantes. Au surplus, on nous permettra, pour porter un jugement d'ensemble sur l'œuvre que nous venons d'analyser, de laisser la parole à un maître autorisé, revêtu du double prestige de la gloire scientifique et de la gloire littéraire.

« L'ouvrage de M. Serret, dit M. Joseph Bertrand (1), n'est pas un traité d'algèbre : le lecteur qui l'aborde doit être depuis longtemps familiarisé avec l'emploi des méthodes générales et classiques. M. Serret le conduit alors par une route facile jusqu'aux résultats les plus élevés de l'une des branches de la science, en négligeant complètement d'autres théories, d'un intérêt fort grand aussi, mais qui n'entrent pas dans son cadre. M. Serret, en effet, n'aime pas à effleurer les questions : il expose sur celles qu'il aborde les travaux des plus illustres géomètres ; il sait les éclaircir tout en les condensant et en pénétrer les principes, sans permettre aux écrivains les plus profonds, qu'il suit sur leur terrain quel qu'il soit, de lui dérober un seul de leurs secrets.

»... M. Serret a tout étudié, tout résumé avec son talent habituel, et rendu avec autant de précision que de clarté, en en formant un tout homogène, les beaux travaux de Galois, de MM. Hermite, Kronecker et Betti. »

Nous ne saurions rien ajouter à une pareille louange, mais il nous sera permis, pour terminer notre article, de féliciter l'éminent éditeur, M. Gauthier-Villars, de la perfection avec laquelle le livre a été exécuté.

MAURICE D'OCAGNE,
ingénieur des ponts et chaussées.

VI

ENCYCLOPÉDIE DES TRAVAUX PUBLICS : CHIMIE APPLIQUÉE A L'ART DE L'INGÉNIEUR, par M. Léon Durand-Claye, ingénieur en che des ponts et chaussées, professeur de chimie appliquée et directeur du laboratoire à l'École des ponts et chaussées ; 1 vol. in-8° de 300 pages, avec figures dans le texte ; Paris, Baudry et Cie ; même maison à Liège.

Voici un livre d'une incontestable utilité pratique ; il fait partie de l'*Encyclopédie des travaux publics*, fondée et dirigée par M. Lechalas (2), inspecteur général des ponts et chaussées, encyclopédie dont nous avons déjà eu occasion de parler.

(1) *Rapport sur les progrès de l'Analyse*, Paris, Imprimerie impériale 1867, p. 41.

(2) C'est par erreur que ce nom a été imprimé *Léchalas* dans la dernière livraison.

La chimie rend aux ingénieurs des services très inégaux selon leur spécialité. Un ingénieur des mines, un ingénieur des tabacs, un ingénieur des poudres ont à y faire de fréquents appels ; en revanche un ingénieur des constructions navales a bien rarement occasion d'y recourir. L'ingénieur des ponts et chaussées, ou, pour étendre la définition, le constructeur d'ouvrages en maçonnerie et en métal a parfois d'utiles enseignements à demander à cette science, et c'est en vue de cette dernière application que M. Durand-Claye a écrit son livre. Il est bien commode, en effet, pour un ingénieur, qui généralement n'a que peu de temps à consacrer à des recherches de bibliothèque, de trouver condensées en un volume les applications d'une science, en tant qu'elles concernent les exigences spéciales de sa profession. Il lui suffit de feuilleter ce volume pour mettre la main sur le renseignement dont il a besoin, et qu'il ne trouverait sans cela, à grand'peine, que perdu au milieu d'une foule d'autres théories, fort intéressantes sans doute, mais étrangères à son but, si même encore il était assuré de le trouver.

Le livre de M. Durand-Claye contient, en fait de chimie, absolument tout ce qui peut intéresser un ingénieur des ponts et chaussées, en vue des besoins de son art ; et cette observation s'étend *à fortiori* aux architectes. Il fait même mieux ; il résume toute la partie de la chimie théorique qui a conduit aux applications en question, afin que le lecteur ne soit pas obligé, pour comprendre l'explication des phénomènes mis en jeu, de s'adresser à d'autres traités.

Est-ce à dire qu'il suffise à un ingénieur constructeur de posséder une idée aussi sommaire de la chimie ? Ce n'est pas ce que nous avons voulu dire. On ne peut utilement appliquer une science quelconque, dans une si petite mesure que ce soit, sans en avoir bien pénétré les principes et approfondi l'esprit général. De là, l'utilité des fortes études théoriques qui doivent précéder l'initiation des jeunes ingénieurs aux règles de la pratique. Mais, une fois cette base solide acquise, chacun se confine en un champ déterminé de la science, selon les exigences de sa spécialité. C'est ce champ limité de la chimie, en tant qu'elle intéresse l'ingénieur constructeur, que parcourt M. Durand-Claye, sans omettre le moindre détail ; et s'il condense, au début, les notions théoriques qui se rapportent à son objet, ce n'est point qu'il prétende que c'est à cela que doivent se borner les connaissances des hommes spéciaux auxquels il s'adresse; il rappelle simplement leurs souvenirs sur les points dont il aura besoin dans la suite.

C'est par ces généralités que débute le livre. M. Durand-Claye

résume les propriétés essentielles des corps, simples ou composés, les plus usuels, visant principalement les caractères qui permettent de les reconnaître. Il donne ensuite, sous le titre de *procédés généraux de l'analyse chimique*, des détails circonstanciés sur tous les tours de main de laboratoire (prise, préparation, pesée et attaque des échantillons, chauffage des liqueurs,... et ainsi de suite jusqu'au nettoyage des ustensiles). Ce côté terre à terre de la question n'en est pas le moins important. La valeur d'une opération chimique dépend tout entière de l'habileté avec laquelle elle est conduite. Les renseignements fournis à cet égard par M. Durand-Claye permettront au manipulateur le plus novice de se tirer hardiment d'affaire. L'auteur termine ces généralités en passant en revue les divers réactifs qui entrent en jeu dans les procédés de l'analyse chimique, et en rappelant leurs principales propriétés.

La nature des matières qu'ont à examiner les ingénieurs leur est généralement connue : ils peuvent avoir cependant à déterminer la nature d'une substance, par exemple au cours d'une investigation géologique ; aussi est-il bon qu'ils possèdent quelques indications sur les méthodes générales de l'analyse qualitative ; et ces indications leur sont données par M. Durand-Claye. Mais ce qui leur importe surtout c'est l'analyse quantitative, en vue de déterminer la composition des matériaux qu'ils emploient dans leurs constructions. On sait, en effet, aujourd'hui, combien cette composition influe sur la valeur des matériaux mis en œuvre, et il y a un intérêt capital à pouvoir exactement la connaître. Aussi M. Durand-Claye entre-t-il dans les plus grands détails en ce qui concerne les analyses de calcaires, chaux, ciments, silicates, argiles, pouzzolanes, etc... La composition chimique n'est pas le seul caractère que le constructeur cherche à connaître dans les matériaux ; il a besoin aussi de déterminer certaines de leurs propriétés physiques (résistance, flexion, dureté, porosité...) ; M. Durand-Claye lui en donne également les moyens.

En dehors des matériaux de construction, l'ingénieur des ponts et chaussées a intérêt à étudier d'autres substances, soit en vue des besoins mêmes de sa profession, soit en vue de consultations qu'il peut être appelé à donner aux cultivateurs ; telles sont les eaux naturelles ; tels sont les terres, les engrais et les produits agricoles. Aussi ces questions sont-elles amplement développées par M. Durand-Claye.

Toutes ces indications sont complétées par diverses tables numériques destinées à faciliter le calcul des analyses (équivalents chi-

miques, tensions de la vapeur d'eau, réduction des hauteurs du baromètre, etc...).

Dans la seconde partie de son livre, M. Durand-Claye développe avec beaucoup de détail la question qui importe assurément le plus aux ingénieurs constructeurs, celle des chaux et ciments, ainsi que la question subséquente des mortiers et bétons, composés à l'aide de ces matières. On sait que cette question, étudiée à un point de vue vraiment scientifique, a pris son point de départ dans les travaux de Vicat, du corps des ponts et chaussées français, qui en fit connaître les traits essentiels. Elle s'est perfectionée, depuis lors, entre les mains de plusieurs ingénieurs éminents, tels que Rivot, MM. Chatoney, Leblanc.... et enfin, tout récemment, M. Guillain, qui fait aujourd'hui autorité en ces matières. Sur les propriétés, la fabrication, le mode d'emploi de ces substances, l'auteur donne toutes les indications que l'on peut désirer, et les cinq chapitres qui constituent la seconde partie de son ouvrage sont appelés à rendre les plus grands services aux ingénieurs constructeurs. C'est principalement dans les travaux à la mer, où l'on est sujet à tant de mécomptes, que l'intérêt de la question devient capital ; et, à ce propos, nous donnerons une mention spéciale au dernier chapitre, qui renferme les plus utiles enseignements. Cet ouvrage excellent et substantiel vaudrait à M. Léon Durand-Claye la reconnaissance du corps des ingénieurs, si elle ne lui était déjà acquise par ses publications antérieures.

MAURICE D'OCAGNE,
ingénieur des ponts et chaussées.

VII

ANNUAIRE POUR L'AN 1886, publié par le Bureau des longitudes. Paris, Gauthier-Villars.

Nous n'avons rien de particulier à signaler, cette année encore, dans la partie technique de l'*Annuaire*. Mais, comme toujours, les *Notices* y présentent un vif intérêt. Il en est deux principales. La première a pour objet les treize tornados observés aux États-Unis d'Amérique en mai 1879 ; elle a pour auteur M. Faye. La seconde, due à M. Janssen, est relative à la grosse question du choix d'un méridien unique avec adoption d'une heure universelle. Suivent deux discours prononcés, le 3 mars 1885, aux funérailles de M. Serret, l'un

par M. Ossian Bonnet, au nom de l'Académie et de la Faculté des sciences, l'autre par M. Faye, au nom du Bureau des longitudes.

I. Dans sa Notice *sur les treize tornados des* 29 *et* 30 *mai* 1879 *aux États-Unis*, M. Faye plaide pour sa théorie générale sur les tourbillons de toute catégorie : cyclones, typhons, trombes, tornados, etc., qui, d'après lui, ont leur origine dans les régions supérieures de l'atmosphère. Suivant la théorie opposée, et jusqu'ici la plus généralement adoptée, ces phénomènes prendraient naissance, au contraire, de bas en haut et par aspiration. La cause en proviendrait de vastes courants d'air qui, s'élevant de terre avec violence, aspireraient irrésistiblement tout ce qui se rencontre sur leur passage à la surface du sol. Pour M. Faye, au contraire, cyclones, tornados et trombes proviendraient de gyrations, de tourbillonnements prenant naissance dans les hautes nuées et se propageant jusqu'au sol en se rétrécissant graduellement à la façon d'un entonnoir.

Sans prendre parti dans ce tournoi scientifique, nous nous bornerons à indiquer aussi succinctement que possible les considérations invoquées par l'illustre président du Bureau des longitudes contre la théorie de l'aspiration et en faveur de celle qu'il lui oppose. On sait que l'immense territoire des États-Unis est fréquemment ravagé par de vastes trombes, analogues aux cyclones des régions tropicales, ou plutôt reproduction dans des proportions plus restreintes de ces grandioses phénomènes météorologiques. Ce sont les *tornados*, traînant partout sur leur passage la ruine et la désolation, renversant les arbres, les édifices, en un mot, tout ce qui se rencontre sur leur trajectoire. Aux dates indiquées dans le titre de la Notice, treize de ces phénomènes furent plus particulièrement observés aux États-Unis et firent l'objet d'une enquête confiée à un officier de l'armée fédérale, M. Finley. Cette enquête, dont le rapport a été publié par les soins du *Signal Office*, est la base sur laquelle M. Faye fonde son raisonnement, *bien que*, ou plutôt *parce que* conçue et dirigée par l'officier américain dans l'esprit et le sens de la théorie de l'aspiration. L'astronome francais commence par exposer celle-ci avec figures à l'appui, tout en en combattant en même temps les hypothèses et les inductions. Puis, résumant le rapport de M. Finley, il puise dans les faits mêmes observés et mis en lumière par le savant américain de graves arguments contre cette théorie, la seule admise et même la seule connue, selon M. Faye, en Amérique.

Parmi les faits d'observation que le président du Bureau des longi-

tudes invoque à l'appui de son système, il faut noter le mode de projection sur le sol des objets, murs, maisons, arbres, etc., renversés par le phénomène. Les arbres, par exemple, sont renversés, ceux de droite par rapport à la trajectoire du tornado, en avant et parallèlement à celle-ci ou à peu près, ceux de gauche du côté opposé à la marche du tornado ; ceux qui se trouvaient sur la trajectoire même sont entrecroisés, les uns avec la cime à droite, les autres à gauche. Cette disposition s'explique aisément par un mouvement circulaire descendant : les objets sont renversés chacun suivant la direction du vent tournant au moment où il est atteint : ceux de droite où la violence du vent est la plus forte (somme du mouvement tournant et du mouvement de translation), sont projetés en avant, le tournoiement ayant lieu de droite à gauche. Ceux de gauche, au contraire, où la force de propulsion est moindre, étant la différence au lieu d'être la somme des mêmes mouvements, sont lancés quelques-uns en arrière, un plus grand nombre dans une direction intermédiaire. Quant à ceux qu'a rencontrés la trajectoire, et qui reçoivent deux sortes de courants opposés, ils sont renversés, les uns sur sa droite, les autres sur sa gauche. — Or, si le tornado était le résultat d'une aspiration, d'une sorte de succion de bas en haut, tous les arbres, aussi bien ceux de droite que ceux de gauche devraient être renversés dans la direction perpendiculaire à celle de la trajectoire, sauf un peu de déviation provenant de la vitesse de translation : à gauche comme à droite les effets sont exactement de même intensité. Pareillement, une maison renversée par le phénomène devrait, d'après la théorie de l'aspiration, avoir ses quatre murs abattus chacun perpendiculairement au sens de sa longueur. En réalité la projection des murs ou de leurs débris est dirigée d'une manière analogue à celle qui a été indiquée pour les arbres.

Les faits de cet ordre, que nous ne faisons qu'indiquer, sont, dans la notice de M. Faye, exposés avec toute l'ampleur qu'ils comportent et appuyés par des figures qui en facilitent l'intelligence. Ils apportent une grande force probante au système du savant astronome. Il explique moins bien toutefois certains effets tels, par exemple, que ceux d'arbres violemment arrachés et élevés au-dessus de terre, puis projetés à d'assez grandes distances de leur station, ou bien encore de dépression barométrique observée au centre du cyclone mobile ou stationnaire (1). De tels faits cependant ont été constatés quelquefois. Ne

(1) Massart, *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, juillet 1885.

se pourrait-il pas qu'il y eût du vrai dans les deux théories, et que M. Faye eût raison sans que les partisans de la théorie opposée eussent tout à fait tort ? En ce cas les mêmes phénomènes, ou plutôt deux ordres de phénomènes de forme et d'apparence identiques résulteraient, suivant les circonstances, les uns de tourbillonnements formés dans les hauteurs de l'atmosphère et se propageant, en se rétrécissant, de haut en bas, à la façon des tourbillons à axe vertical qui se forment fréquemment au sein de nos cours d'eau, — les autres d'effets d'aspiration provenant d'une rupture d'équilibre entre des couches d'air de températures différentes, comme l'indiquent les partisans de l'autre théorie. L'avenir, enrichi par des observations nouvelles, nous fixera un jour, sans doute, sur la valeur relative des deux doctrines et de la supposition d'après laquelle il pourrait se faire que l'on parvînt un jour à les concilier.

II. La *Notice sur le méridien et l'heure universels* de M. Janssen, membre du Bureau des longitudes, nous amène à une question dont il a été parlé déjà dans la *Revue*. Sous ce titre : *Le méridien initial et l'heure universelle*, le Fr. Alexis M. G., a donné, dans la livraison de janvier 1884, pp. 159 et suivantes, le compte rendu des discussions et résolutions, sur cet important objet, d'un congrès géodésique réuni à Rome en octobre 1883. C'est des délibérations d'un congrès international analogue tenu un an plus tard à Washington que M. Janssen rend compte dans sa Notice, non sans avoir au préalable tracé un fort intéressant historique de la question. Nous passerons néanmoins sur cette partie de son travail qui ferait ici double emploi avec celui du Fr. Alexis, pour arriver de suite au congrès diplomatico-scientifique d'octobre 1884, réuni par les soins du gouvernement des États-Unis, à Washington. Tous les États civilisés d'Europe et d'Amérique, en Asie le Japon et la Sibérie, et jusqu'à l'île d'Hawaï dans l'océan Pacifique, étaient représentés quoique fort inégalement. A eux seuls les États-Unis et l'Angleterre comptaient presque autant de délégués et d'invités que toutes les autres nations de l'Europe. Si l'on y ajoute ceux des nombreux petits États qui gravitent dans la sphère d'attraction politique du géant américain, on pourra admettre, même « sans vouloir en aucune façon douter de l'indépendance de personne », que l'impartialité incontestée des décisions du congrès n'était point dirigée à l'encontre des visées de la race anglo-saxonne.

Tout d'abord la délégation des États-Unis, par l'organe de ses nombreux membres, proposa, avant toute discussion, d'adopter d'emblée le méridien de Greenwich comme méridien international. Ce ne fut

pas sans quelque peine que l'on put faire comprendre à ces enfants terribles de l'appétit yankee que débuter de la sorte c'était préjuger la question, et qu'il fallait tout d'abord statuer sur le principe même de l'institution d'un méridien universel. Ce point réglé, le délégué scientifique français, M. Janssen lui-même, montra dans un substantiel discours, nourri de faits et rempli de considérations irréfutables, l'importance extrême qu'il y avait, pratiquement aussi bien que politiquement, à adopter comme origine des longitudes terrestres, un méridien étranger à toute nationalité. Il indiquait, dans cet ordre d'idées, deux solutions comme seules possibles : celle des Anciens et de Richelieu, légèrement modifiée en reculant le méridien des Canaries jusqu'aux Açores, ou bien le méridien qui, passant par le détroit de Behring, traverserait tout l'océan Pacifique. A la suite de ce discours, tout ce qu'il y avait d'Anglais ou d'Américains dans la salle prit successivement la parole pour combattre la proposition du savant français. Seuls, les délégués du Brésil et de la république dominicaine se rallièrent hautement au principe de la neutralité du méridien, principe dont l'application est la seule vraiment pratique et présenterait le plus de chances de solidité et de durée. Mais l'égoïsme de race ne saurait entendre la voix de la générosité et du désintéressement. Le méridien de Greenwich, c'est-à-dire le méridien d'un peuple, fut adopté au profit exclusif d'un groupe de peuples de même langue. Puisse-t-il être néanmoins universellement adopté! Mais il est permis de craindre ou qu'il ne le soit pas des autres nations ou qu'il ne le soit que pour un temps, chacune revenant ensuite à son méridien national pour n'accepter pas la suprématie d'une race. A cet égard nous ne pouvons que nous associer au vœu de M. Janssen, qui voudrait que la France du XIXe siècle, se considérant comme l'héritière de celle du XVIIe, reprît la belle tentative de Richelieu, en instituant elle-même le méridien neutre. Avec le bénéfice de l'expérience acquise et en ne renouvelant pas la faute commise par Delisle, qui subordonna la position du méridien des Canaries à celle du méridien de Paris et ainsi lui restitua indirectement un caractère national et particulariste de nature à rebuter les autres peuples, l'institution par la France d'un méridien franchement et exclusivement neutre et fondé sur des bases purement scientifiques aurait les plus grandes chances de rallier peu à peu toutes les adhésions.

Après l'adoption du méridien de Greenwich comme méridien universel, le Congrès commit une seconde erreur en adoptant le maintien du double comptage des longitudes, de l'est à l'ouest et de l'ouest à

l'est jusqu'à l'anti-méridien, alors que, s'agissant non d'un pays en particulier mais du globe terrestre tout entier, et visant à mettre le système général des longitudes en rapport avec l'heure universelle comptée de 0 à 24, la logique, comme la commodité de l'application, eût voulu qu'on ne s'arrêtât pas à mi-chemin et que l'on comptât les longitudes soit de 0 à 360 avec le système des degrés, soit de 0 à 400 avec le système des grades.

Quant à l'heure universelle, expression horaire artificielle mais rendue indispensable par suite de l'extension des chemins de fer, de la navigation à vapeur et de la télégraphie, il est évident qu'elle n'est point destinée à supplanter les heures locales ni les heures dites nationales, mais à se juxtaposer à elles pour la commodité des grands services de transactions cosmopolites qui de toutes parts sillonnent le globe. Le principe en a été adopté par le Congrès, qui a donné pour origine au jour universel le *minuit* moyen de Greenwich, au lieu du *midi* qu'avait proposé le Congrès de Rome et qui coïncidait avec le minuit ou commencement du jour civil sous le méridien situé à 12 h. ou 180° dudit Greenwich. Cette divergence fait ressortir l'inconvénient de la différence existant entre l'origine du jour civil commençant à minuit et l'origine du jour astronomique commençant au midi suivant. Le Congrès a sagement émis le vœu de l'unification de ces deux modes de compter les jours en ramenant le jour astronomique au jour civil. Enfin, la docte assemblée, sur la proposition du délégué français, M. Janssen, a adopté, à l'unanimité des votants, l'extension du système décimal à la mesure des angles par la substitution de la division de la circonférence en 400 grades à l'ancienne division en 360 degrés.

En résumé le Congrès de Washington n'a produit qu'une œuvre incomplète. Après avoir proclamé et adopté des principes excellents, savoir : 1° méridien unique, 2° heure universelle, 3° unification du jour astronomique avec le jour civil, 4° extension du système décimal, il a compromis dans l'application le succès de quelques-uns. Jamais l'ensemble des nations de l'univers n'adoptera pratiquement un méridien unique établi au bénéfice principal de l'une d'entre elles : un tel méridien doit être déterminé par des circonstances purement naturelles et des considérations d'ordre exclusivement scientifique, non pour des motifs tirés de la commodité particulière d'un groupe de peuples de même langue et de même race.

III. Les travaux de hautes mathématiques de M. Alfred Serret, le grand géomètre, font l'objet des discours prononcés à ses obsèques par

M. Ossian Bonnet et M. Faye. Enlevé prématurément à l'âge de soixante-cinq ans par une attaque d'apoplexie foudroyante. M. Serret se recommande à la mémoire des hommes de science non seulement par les travaux qu'il a laissés sur la théorie des nombres, l'algèbre supérieure, le calcul infinitésimal, la géométrie, la mécanique et l'astronomie, mais aussi par la manière brillante dont il professa ces sciences dans les diverses chaires du Collège de France et de la Sorbonne. Ces qualités du savant comme celles de l'homme privé sont retracées en un noble et beau langage par M. Ossian Bonnet. Nous lui reprocherons toutefois un mot, un seul, dans son excellent discours : faisant allusion à un premier accident qui, dix ans avant sa mort, avait frappé M. Serret et fait présager un dénouement fatal, l'orateur parle de « l'*inique* sentence qui semblait le menacer sans cesse ». Si vous admettez la *sentence*, vous admettez par là même l'existence du Juge et du Maître souverain des hommes et de la vie humaine. De quel droit taxez-vous d'inique la sentence rendue dans son infinie sagesse ? Mais, sans aucun doute, l'honorable savant n'a pas approfondi à ce point la valeur de ses expressions : ce n'aura été, dans sa pensée, qu'une forme de langage destinée à faire mieux ressortir l'étendue de sa profonde et légitime douleur.

J. D'E.

VIII

ZOOLOGIE GÉNÉRALE, par H. BEAUREGARD, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle à Paris (*Bibliothèque utile*). Un vol. in-18 de 188 pages, 1885. Félix Alcan.

A ne se placer qu'au point de vue de l'art didactique, de la méthode et de l'exposition, on peut dire que ce petit livre est excellent. Étant donné le but que se proposait l'auteur, ce but, on ne saurait le nier, est admirablement rempli. On a voulu présenter en résumé les notions générales, non plus de la zoologie en tant que décrivant et classant les animaux, autrement dit de la zoologie *descriptive*, mais bien de l'histoire des animaux considérés et en eux-mêmes et dans leurs rapports réciproques avec les milieux dans lesquels ils vivent : telle est la zoologie *générale*. L'organisation animale, son développement suivis de l'exposé des formes plus ou moins variables des bêtes et de leurs

mœurs, c'est-à-dire des phénomènes qui se passent en elles et des procédés qu'elles emploient pour vivre et se conserver tant comme individus que comme espèces, voilà les trois termes fondamentaux du travail du savant auteur. Sa théorie est celle de l'évolution. S'il l'admet comme base et raison d'être de sa thèse, du moins s'abstient-il sagement de faire, à ce propos, de la polémique ou de la plaidoirie en faveur du fameux système. Moins encore émaille-t-il son texte de digressions philosophiques ou soi-disant telles et d'agressions directes ou détournées contre des croyances qui n'ont d'ailleurs, quoi qu'on puisse dire, nul intérêt dans la question. Le petit livre de M. Beauregard est, par là même, conçu dans un esprit essentiellement et exclusivement scientifique. Si sa foi dans la théorie de l'évolution peut paraître trop absolue, c'est du moins, chez lui, affaire de conviction et non point engin de guerre. Moins doctrinalement, plus hypothétiquement posée sa thèse, son travail serait plus parfait. Tel quel, il est excellent encore, parce qu'il part de faits observés qui ont d'abord été exposés avec une grande clarté et un style facile et attrayant : l'auteur les relie ensuite par une théorie et, en cela, fait œuvre scientifique de bon aloi. L'œuvre serait irréprochable si l'hypothèse était donnée comme telle et non posée, d'une façon tout au moins prématurée, comme solution acquise et définitive.

Toutefois, étant de ceux que le principe du transformisme n'effraye point, bien que ne lui accordant, jusqu'à plus ample informé, qu'une valeur théorique et relative, nous ne ferons pas à l'honorable auteur un grief d'en être le partisan dévoué et convaincu. Le reproche que nous aurions plutôt à lui adresser serait d'avoir exagéré, d'une manière qui pourrait bien d'ailleurs être inconsciente, certaines déductions de la théorie. En décrivant les merveilles de l'instinct de quelques espèces, il ne craint pas de parler de l'*intelligence* (p. 145) et du *développement intellectuel* (p. 147) au moins chez les femelles, dans le souci de la conservation et du développement de leurs petits. Entre autres exemples des aptitudes prodigieuses des insectes à cette fin, il cite celui de l'Ammophile hérissée, cet hyménoptère dont l'aiguillon va percer le système ganglionnaire du ver gris (chenille du Noctua segetum), de manière à paralyser tous ses mouvements sans le tuer, pour le placer ensuite à portée de l'œuf auquel elle a donné naissance, afin d'assurer à la larve à venir une pâture vivante, partant fraîche, et cependant inoffensive. Or, bien que l'auteur ne le dise pas explicitement, il semble résulter clairement de son contexte qu'il attribuerait toute cette série d'opérations à l'*intelligence* de l'Ammophile. Prodigieuse intelligence

en effet, et qui, sans étude préalable, par une véritable intuition de génie, atteindrait d'un seul coup le niveau de celle des plus savants anatomistes du XIXe siècle. Génie d'autant plus merveilleux qu'il est distribué à dose égale, et produit infailliblement un résultat identique chez tous les individus femelles. Dans une foule d'autres espèces on peut citer des traits de génie analogues, toujours infailliblement les mêmes chez tous les individus, et toujours parfaitement adéquats à la fin qu'il s'agit d'atteindre. Va-t-on sérieusement soutenir que l'insecte connaît l'anatomie du ver qu'il attaque, qu'il se rend compte de l'action du système nerveux et des moyens de la paralyser, qu'il prévoit la naissance, après sa mort à lui, de la larve contenue dans l'œuf, et qu'il sait que cette larve va se nourrir de la chenille ainsi préparée ? S'il a conscience de tout cela, sans l'avoir d'ailleurs jamais appris, qui donc lui en a inculqué la notion ?... Il n'y a pas d'évolution qui puisse expliquer un pareil phénomène intellectuel, partout égal, et n'éprouvant de développement ou de progrès qu'en fonction rigoureuse d'un perfectionnement analogue des organes. Que l'on dise que le principe de l'instinct, de l'inconscient et infaillible instinct, déposé d'une manière potentielle dans le règne animal, est constitué de manière à se développer et à s'étendre parallèlement à l'extension et au développement des organismes, la thèse serait soutenable. Mais attribuer ces merveilleuses aptitudes animales à de l'intelligence, à de la raison par conséquent, ce serait tomber dans des conséquences d'un naturalisme insensé et que probablement l'honorable auteur n'a pas prévues.

Il y a lieu d'être surpris qu'un recueil aussi considérable et aussi grave que le *Polybiblion*, qui, par l'organe d'un de ses jeunes collaborateurs sans doute, fait un éloge sans restriction du livre de M. Beauregard, ait omis de faire aucune réserve relativement à ces tendances naturalistes du savant écrivain (1).

J. D'E.

IX

L'ÉVOLUTION DU RÈGNE VÉGÉTAL. — *Les Phanérogames*, par G. DE SAPORTA, correspondant de l'Institut de France, et A.-F. MARION, professeur à la Faculté des sciences de Marseille (*Bibliothèque*

(1) Cf. *Polybiblion, Revue de bibliographie universelle*, livraison de novembre 1885, p. 394, dans un article d'ensemble, signé R. Bl.

scientifique internationale). 2 vol. in-8° avec 136 figures dans le texte. 1885. Paris, Félix Alcan.

La première partie de cet important ouvrage a paru en 1881. Elle comprenait un volume consacré aux Cryptogames. La *Revue des questions scientifiques* en rendit compte dans sa livraison d'octobre de la même année. Partisans ardemment convaincus de la théorie évolutionniste, mais dans les limites où cette théorie est scientifiquement et philosophiquement légitime, les auteurs tracent, en se fondant sur elle, un magnifique tableau de l'organisation et des enchaînements du règne végétal. Leur travail est, relativement à ce règne et sur un plan beaucoup plus vaste, ce que la *Zoologie générale* dont nous venons de parler est relativement au monde animal. Il y a toutefois, entre les deux ouvrages, cette différence essentielle, que le dernier est un simple compendium de vulgarisation, tandis que celui de MM. de Saporta et Marion est une œuvre technique et originale où les observations directes des auteurs entrent pour une part prépondérante.

Quelle que puisse être la solution définitive que l'avenir réserve au postulatum transformiste, on ne saurait nier que la célèbre théorie, admise comme la conçoivent les Wallace, les Saint-George Mivart, les Saporta, les Marion, les Gaudry et autres vrais savants préoccupés surtout de la recherche de la vérité, ne contribue à susciter des découvertes fécondes, des vues ingénieuses et partant à faire avancer la science. Dans le premier volume, qui avait pour objet, comme on vient de le dire, les *Cryptogames*, les auteurs nous avaient montré les *Protophytes*, les algues inférieures, produits d'agrégats isolés ou complexes de simples éléments protoplasmiques ou cellulaires, et attachées aux rochers voisins des plages ou bien accumulées en mers de sargasses mais s'accommodant aussi des eaux saumâtres, se répandant jusque dans les rivières, les ruisseaux et étangs, et gagnant même peu à peu des sols plus ou moins détrempés mais non plus inondés. Sans doute les espèces, les types si l'on veut, varient avec ces diverses stations ; mais, d'après l'école, c'est la diversité même de ces conditions d'existence qui, agissant sur des organismes primitivement semblables, les a différenciés. Ainsi, sur le prothalle de certaines de ces algues, les anthérozoïdes échappés des organes mâles ou anthéridies vont pénétrer dans les organes femelles ou archégones, pour en imprégner les oosphères et les transformer en *oospores*. Les oospores se développent alors en organismes agames appelés *sporogones* dont les spores, en tombant sur la terre humide, produiront des *prothalles* ou thalles sexués. Tel

serait le cas des hépatiques et des mousses, qui, par leur prothalle, sont encore des algues, bien qu'ayant acquis, au contact du milieu aérien, les caractères morphologiques qui les distinguent. Mais mousses et hépathiques ne se plieront plus à des évolutions ultérieures ; ce sont des groupes *inadaptifs*. A un degré moins élevé encore, les champignons et les lichens représentent aussi, dans une direction différente, d'autres groupes inadaptifs. Algues véritables par leur mode de reproduction, les champignons offrent certaines de leurs espèces susceptibles de s'unir avec des palmelles, des conferves et autres algues pour produire des lichens qui se multiplient ensuite directement.

Or, ce ne sont pas là les seuls modes de développement de ces végétaux inférieurs. Il en est d'autres. Là, les anthéridies et les archégones sont portés sur des thalles différents : un seul archégone se développe et donne naissance à un sporogone qui acquiert assez de puissance pour s'enraciner dans le sol, supplantant ainsi le végétal dont il est né et se développant ensuite en tissus nouveaux. Les prêles et les fougères, entre autres, seraient dans ce cas. Une évolution analogue, toujours du même point de départ, et accentuant de plus en plus le développement ultérieur, amène la naissance des rhizocarpées, puis des lycopodiacées. L'atrophie du système végétatif primordial s'accentuant davantage à chaque rameau nouveau de la souche commune, nous arrivons, par les isosporées, aux gymnospermes, et enfin aux angiospermes.

On peut résumer de la manière suivante l'idée mère de l'œuvre de MM. de Saporta et Marion. Du rapprochement de certaines algues inférieures avec certains champignons, végétaux terrestres non moins inférieurs, naissent les lichens (genre *inadaptif)*, qui se reproduisent d'eux-mêmes mais sans donner lieu à des évolutions nouvelles. A une autre extrémité du groupe des algues, la série des phénomènes indiqués plus haut amène la formation des hépatiques et des mousses, groupe déjà plus élevé mais également inadaptif et où prédomine encore le système végétatif primordial. Puis, entre ces deux termes, toute la série des évolutions progressives partant de la base commune et, des équisétacées et des fougères, s'élevant finalement jusqu'aux angiospermes.

On peut pressentir, par ce rapide aperçu, combien perd de son importance l'ancienne division fondamentale des végétaux en acotylédonés, monocotylédonés et dicotylédonés. L'élément cotylédon devient ici en quelque sorte secondaire : les plantes à une seule feuille séminale ne représenteraient plus le passage des plantes acotylédones aux dicotylédones, mais seraient au contraire le résultat d'une sorte d'avortement au sein de l'embranchement phanérogamique : elles seraient

des dicotylédones incomplètes, de même que sont incomplètes par exemple les fleurs androgynes dont la culture a transformé les organes reproducteurs en pétales. Dans cette vue, monocotylédones et dicotylédones ne forment plus que de simples subdivisions au sein des angiospermes, qui représentent un ensemble d'adaptations parallèle à la série gymnospermique, bien qu'avec des développements plus étendus.

L'échelle végétale apparaît donc, au moins théoriquement, comme une sorte de série continue dont chaque terme toucherait à celui qui le précède et à celui qui le suit. L'histoire des cryptogames ayant été faite à ce point de vue dans le volume publié en 1881, les savants auteurs nous donnent aujourd'hui celle des phanérogames. Comme bien on le pense, ce n'est qu'en classant et coordonnant avec une science consommée les moindres débris des flores des divers âges géologiques que MM. de Saporta et Marion ont pu arriver à constituer leur magnifique tableau historique et méthodique de la création végétale: car la flore actuelle ne nous représente qu'un ensemble fort incomplet de restes des flores incomparablement plus variées qui se sont succédé sur notre sphéroïde. Travail d'autant plus difficile et méritoire que bien souvent les traces des types disparus manquent, ou se réduisent à de si faibles vestiges qu'il faut vraiment le génie de l'induction pour arriver à y trouver des éléments solides de classement.

Nos auteurs répartissent les termes principaux de la série évolutive en six *Stades*. Le règne végétal ne passe pas brusquement des cryptogames aux phanérogames par des gymnospermes pleinement caractérisés. La transition se fait par cet ensemble de végétaux fossiles, cycadées et voisins à divers degrés des cycadées (diploxylées), dont la description a été si brillamment faite par M. Renault. On n'a pas oublié les beaux travaux de paléontologie végétale de ce savant ; il en a été rendu compte ici-même en leur temps (1), et nous aurons à parler, dans la prochaine livraison, de la suite de cette œuvre considérable. Ce groupe de plantes à peu près toutes fossiles nous donne le *Stade progymnospermique* et comprend principalement les Sigillariées, les Poroxylées, les Calamodendrées, les Cordaïtées que l'on peut « considérer comme représentant une branche aînée, issue du tronc commun d'où les Salisburiées, les Taxinées et les Conifères auraient latéralement émergé (2) ; » puis les Cycadées qui forment un groupe à part ayant subi son évolution particulière.

(1) *Rev. des quest. scient.*, livraison d'octobre 1881, p. 600, et janvier 1884, p. 273.
(2) T. I, p. 81.

Au *Stade gymnospermique* seulement commencent les plantes réellement phanérogames. Le temps et l'espace nous manquent pour retracer les détails anatomiques des organes reproducteurs, détails au moyen desquels nos deux auteurs caractérisent la série de transitions qui, de la vie prothallienne nous conduisent, par l'atrophie presque complète des organes de celle-ci, à la vie phanérogamique. Cette dernière, dans son premier stade, nous offre l'avantage d'être représentée presque entièrement par des types vivants, peu de lacunes restant à combler à l'aide des types disparus. Les Salisburiées sont les plus pauvres ; elles ne sont plus représentées de nos jours que par un seul genre, le *Salisburia adiantifolia* ou Ginkgo bilobé. C'est la souche primitive d'où relève toute la série des *Acicularіées* ou arbres résineux (conifères), laquelle constitue, d'après les auteurs, un ensemble de formes végétales qui se sont arrêtées et fixées dans ce stade, tandis que d'autres, leurs voisines, poursuivaient plus loin leur marche évolutive. Trois groupes distincts y auraient eu leur évolution particulière : les Salisburiées dont il vient d'être parlé, les Taxinées ou Acicularіées dialycarpées (Taxus, Torreya, Cephalotaxus, Dacrydium, Saxo-Gothæa, Podocarpus, etc.), enfin le groupe auquel MM. de Saporta et Marion réservent plus spécialement la dénomination de *Conifères*, et au sein duquel cependant les Taxinées avaient été rangées jusqu'ici.

Le *Stade* suivant est le *métagymnospermique*. Nous ne sommes pas encore arrivés à l'angiospermie, mais nous avons dépassé la pure gymnospermie ; de bien peu toutefois. Naguère encore les trois genres des Gnétacées : Gnetum, Ephedra et Welwitschia, étaient classés parmi les conifères (1). La souche d'où procéderait ce groupe serait, sinon celle même dont les taxinées ont autrefois émergé (ce sont nos auteurs qui parlent), du moins une souche toute voisine : seulement le rameau issu de la première serait demeuré riche et fécond, au moins relativement, ayant abouti aux conifères (Abiétinées, Cupressinées, Araucariées, etc.); la seconde n'aurait rejeté qu'un rameau appauvri quoique, à certains égards, d'un degré plus élevé que les acicularіées.

Avant d'arriver au stade angiospermique, nous avons à tenir compte d'un *Stade proangiospermique*. Mais celui-ci ne résulte pas d'une évolution du groupe des métagymnospermes ; ce dernier forme le sommet, devenu inadaptif, des adaptations gymnospermiques résultant de la réduction précoce du nombre des macrospores avec persistance d'une

(1) Cf. *Traité général des Conifères*, par E. A. Carrière, chef des pépinières du Muséum d'histoire naturelle de Paris, 1867, pp. 751 à 787.

portion notable du tissu prothallien. Le stade proangiospermique résulte d'un embranchement parallèle ou mieux divergent, celui des adaptations angiospermiques se signalant par l'antagonisme des macrospores primitives en grand nombre et la réduction de plus en plus grande du tissu prothallien. C'est, au reste, dans les débris des flores fossiles principalement des étages carbonifère, permien et surtout triasique, que se rencontrent seulement les représentants de cet embranchement (Yuccites, Weltrichia, Williamsonia, Goniolina, Kaidocarpus, etc.), souche commune de deux ramifications secondaires dont les monocotylédones et les dicotylédones actuelles sont comme l'épanouissement final dans le *Stade angiospermique* véritable, terme supérieur de l'évolution végétale.

Nous ne saurions entrer, obligé de nous restreindre, dans le tableau de l'origine et de l'évolution particulières de chacune de ces deux ramifications, la première moins bienvenue, forme partiellement avortée, la seconde arrivée à son épanouissement complet. Mais nous ne devons pas clore ce rapide compte rendu sans mentionner les deux derniers chapitres qui sont comme la vue d'ensemble et le groupement des observations de détail rapportées dans ce qui précède. Dans l'un, où les auteurs tracent le tableau général de leur loi d'évolution appliquée aux végétaux phanérogames, ils font ressortir comment, d'un organisme d'abord relativement simple et flexible encore dans toutes ses parties, l'on arrive à des organismes plus complexes et ayant atteint un degré de différenciation plus ou moins avancé, degré à partir duquel ils ne peuvent plus subir « que des variations secondaires ». Cette remarque nous semble donner à l'hypothèse évolutive, considérée dans les périodes géologiques antérieures, une grande force de plausibilité. Elle n'exclut pas la notion de l'espèce : elle en décrit seulement le mode de formation à travers les âges. Si, depuis les temps historiques, l'on n'a pu constater sérieusement aucun exemple de transformation d'un type caractérisé en un autre type nettement distinct, c'est, au dire de l'école, que les temps historiques, si haut qu'on les fasse remonter, ne représentent que de courts et fugitifs instants relativement aux immenses durées des époques géologiques. Fort bien. Mais alors combien de générations et de générations humaines ne se succéderont-elles pas encore avant qu'un changement caractéristique puisse se constater dans les types phanérogamiques considérés depuis les temps historiques les plus reculés jusqu'à nos jours comme espèces ? Nous arriverions donc à ce remarquable résultat de la fixité de l'espèce *(théoriquement* variable), lorsqu'on la considère *en fait* et

par rapport à l'existence de l'humanité. Dans le chapitre suivant et dernier, l'on étudie l'influence des milieux sur l'évolution végétale, et l'on attribue judicieusement aux variations orographiques, hydrographiques, de climat et de température subies par le sphéroïde terrestre, les variations éprouvées par les organismes végétaux ainsi que, à compter du refroidissement graduel parti des régions polaires, leur groupement en zones géographiques distinctes. Les types, parvenus à ce degré de différenciation où ils ne peuvent plus recevoir que des variations secondaires et sans importance, périssent lorsque les conditions climatériques qui leur sont nécessaires n'existent plus, ou bien suivent celles-ci sur les régions de la planète où elles se sont réfugiées et cantonnées. Ici encore nous retrouvons la fixité relative ou au moins pratique des espèces. Peut-être est-ce dans cette distinction entre la variabilité théorique et la fixité pratique que réside le germe de la conciliation future entre les transformistes sérieux et l'école opposée, de même que l'accord s'est fait, en géologie, après la vieille querelle des plutoniens et des neptuniens, dans la reconnaissance du rôle successif des deux éléments igné et aqueux.

Quoi qu'il en soit, l'*Évolution du règne végétal* de MM. de Saporta et Marion est une œuvre d'un incontestable mérite. Avec un peu plus de réserve dans l'affirmative, un peu plus de ce *doute méthodique* qui sied si bien aux systèmes assis sur l'observation des faits contingents, avec un peu plus de part enfin accordée à l'hypothèse dans une théorie qui n'est, après tout, et ne sera longtemps encore que conjecturale, cette œuvre serait bien près, croyons-nous, d'être parfaite. Et si le système évolutionniste, dans les limites où il est non pas dogmatique et préconçu mais scientifique et légitime, doit jamais s'imposer comme une théorie incontestée dans le royaume de la science, il en sera redevable pour une part importante à des œuvres comme celle que nous venons d'analyser et d'apprécier.

J. D'E.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

MINÉRALOGIE

La théorie des macles cristallines, d'après M. Mallard. — Le savant éminent à qui la cristallographie est redevable de tant de progrès, M. Mallard, vient de publier, dans le *Bulletin* de la Société minéralogique de France (1), un travail de la plus haute portée sur la théorie des *macles* ou groupements de cristaux.

On sait qu'à côté des cristaux simples, où la constitution de l'édifice et l'orientation des particules sont les mêmes partout, il existe un grand nombre de cristaux complexes, les uns juxtaposés avec des angles rentrants (ce sont les macles proprement dites), les autres constitués d'un enchevêtrement plus ou moins compliqué de parties d'orientation différente, et qui ne se révèlent que par l'emploi du microscope polarisant.

On a reconnu depuis longtemps que, quand deux cristaux s'accolent, la juxtaposition a lieu le plus souvent par une face plane, qui est toujours une face cristalline commune à tous les deux et dont la notation est généralement très simple. De plus, la position du second cristal peut s'expliquer comme si, originairement placé dans le prolongement du premier, il avait ensuite tourné de 180 degrés autour d'un axe perpendiculaire à la face de jonction. De là le nom d'*hémitropie*. En outre, il y a des cas où l'axe d'hémitropie, autour duquel le second cristal a tourné, est, non pas normal à la face d'accolement, mais contenu dans cette face. Ce cas se présente en général dans les

(1) Numéro de décembre 1883.

cristaux hémiédriques (blende, cuivre gris) et, en cherchant à l'analyser, les cristallographes allemands ont été conduits à distinguer les faces de juxtaposition, les faces d'hémitropie et les axes d'hémitropie.

Dans son travail, M. Mallard commence par établir que, si deux cristaux holoédriques se disposent symétriquement par rapport à une face commune de jonction, la normale à cette face sera, *ipso facto*, un axe binaire de l'ensemble, ce qui explique l'hémitropie. Mais, si les cristaux sont hémiédriques, une rotation hémitrope ne suffira pas pour produire la symétrie des molécules de part et d'autre. Il faudra encore que le second édifice cristallin tourne de 180° autour de l'un des axes binaires qui, propres au système réticulaire, font défaut dans la molécule par suite de l'hémiédrie. Or, d'après la règle d'Euler, deux rotations peuvent se composer en une seule, et M. Mallard démontre aisément que cette dernière ne sera de 180° que si l'axe binaire déficient est situé dans le plan même de juxtaposition.

Les *macles parallèles*, comme M. Mallard les avait appelées dans un travail antérieur, ne sont donc pas distinctes des autres ; elles mettent seulement en évidence l'axe *résultant* dont l'intervention était nécessaire pour procurer la symétrie complète des édifices.

A la lumière de ces considérations, les macles de la blende et du cuivre gris, qui avaient tant exercé la sagacité des cristallographes, s'expliquent sans la moindre difficulté. Il y a plus, on rend compte de la même façon de la macle de deux sphénoèdres de chalcopyrite où, par suite de la différence entre le sphénoèdre quadratique de cette espèce et le tétraèdre régulier, les deux faces cristallines qui, dans le cuivre gris, étaient exactement dans le prolongement l'une de l'autre, doivent faire ensemble un certain angle.

Quant aux *groupements par pénétration*, qui se produisent dans les cristaux à symétrie limite, ils donnent lieu à des combinaisons analogues, et leur principe fondamental est de constituer, par le mélange de diverses orientations réticulaires, assez peu distinctes pour être considérées comme isomorphes, un édifice total dont la symétrie est plus parfaite qu'elle ne devait l'être d'après la forme de la molécule.

M. Mallard ne s'est pas contenté de ces lumineuses explications. Il a montré, dans le même travail, comment il était facile de justifier l'existence des macles. En considérant les plans de macle comme des plans réticulaires d'assez grande densité pour pouvoir glisser en masse (ce que montre la propriété du clivage), il fait voir qu'il n'y a, pour un plan contigu à un autre donné, que deux positions d'équilibre : l'une, où l'édifice cristallin se continue à droite comme à gauche ;

l'autre, où le second plan vient se placer de telle sorte qu'il soit symétrique du premier relativement à un plan parallèle mené à égale distance des deux. Dans ce second cas, si les molécules ne tournent pas autour de leurs centres de gravité, il en résultera, dans la formation du cristal, un ressaut inappréciable ; mais, si la rotation des molécules se produit, le second édifice deviendra symétrique du premier et formera une vraie macle hémitrope.

Or cette conception trouve une justification immédiate dans la célèbre expérience de Reusch, qui, par une compression exercée sur un cristal de calcite, y fait naître une macle de deux cristaux *hémitropes*, accolés suivant le rhomboèdre inverse. Rien n'est donc plus satisfaisant que cette nouvelle théorie des macles qui, en faisant disparaître tout le caprice apparent de leur production, les rattache à la fois aux conditions d'équilibre des assemblages réticulaires et à cette loi générale de la tendance à une symétrie plus parfaite, que les travaux de M. Mallard ont tant contribué à mettre en lumière.

Déjà, dans cette *Revue*, M. de la Vallée Poussin a dit, avec toute l'autorité que lui donnait sa compétence, que, depuis les travaux de Bravais et d'Haüy, rien n'avait paru, en cristallographie, de plus remarquable que les études de M. Mallard. Depuis lors, l'œuvre du savant professeur de l'École des mines de Paris n'a fait que se compléter et s'enrichir. La note que nous venons d'analyser en est le couronnement, et le jugement de notre éminent collègue de Louvain ne peut qu'en recevoir la plus complète confirmation.

A. DE LAPPARENT.

MÉTÉOROLOGIE

La température de l'air à Bruxelles. — M. A. Lancaster, météorologiste-inspecteur à l'observatoire de Bruxelles, vient de grouper et de résumer dans une série de tableaux numériques, d'après les observations de cinquante années, les constantes de la température de l'air à Bruxelles, et les variations principales que subit cet élément météorologique (1). L'intérêt de ce travail ne le cède en rien

(1) *Tableaux-Résumés* des observations météorologiques faites à Bruxelles pendant une période de cinquante années (1833-1882) préparés

à celui des mémoires du même auteur sur *la Pluie* et *les Orages* en Belgique, mémoires dont nous avons précédemment entretenu les lecteurs de la *Revue* (1). Son importance est plus grande encore : mais on ne l'apprécie bien qu'en groupant les conséquences qui découlent de ces données numériques. C'est ce que nous essayerons de faire dans ce bulletin, en rapprochant, quand il en sera besoin, le travail de M. Lancaster des conclusions et des hypothèses formulées, après 20 et 30 ans d'observations, par les deux Quetelet, dans leurs mémoires sur *la température de l'air de Bruxelles* (2).

La température de l'air est régulièrement observée à Bruxelles depuis le 1er janvier 1833. L'installation des thermomètres, au début des observations, le système d'abri employé, l'emplacement de la station, la situation de l'observatoire à l'intérieur de l'agglomération bruxelloise, sont autant de causes d'erreur qui augmentent la température moyenne de l'année de 1°,2 à 1°,3. Or cette température moyenne, pour les cinquante années 1833 à 1882, est 10°,3 : on peut donc conclure que la vraie température annuelle de l'air, au point où se trouve l'observatoire, est 9°,0. « Nous croyons pouvoir assurer, dit M. Lancaster, que cette valeur est exacte à 0,2 de degré près. »

Dans tout ce qui va suivre, il sera constamment question des températures fournies par l'observation. Il serait trop long et, d'ailleurs, le plus souvent impossible, pour le moment, de les corriger des causes d'erreurs indiquées plus haut.

De la variation diurne de la température. — Le mouvement de rotation de la terre autour de la ligne des pôles donne lieu à la première variation périodique de la température connue sous le nom de variation diurne : c'est l'oscillation du thermomètre entre le maximum et le minimum de chaque jour. L'amplitude de cette oscillation et les instants de ces plus grandes excursions varient aux différentes époques de l'année ; et l'observation montre que ce phénomène n'est

par A. Lancaster, météorologiste-inspecteur à l'observatoire royal de Bruxelles.— I. Température de l'air ; Bruxelles, 1886.(Extrait de l'*Annuaire* de l'observatoire pour 1886).

(1) *Revue des questions scientifiques*, t. VII, p. 311 et t. XVII, p. 588.

(2) Voir en particulier dans les *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XXVIII (1854) : Mémoire sur les variations périodiques et non périodiques de la température, par A. Quetelet. — *Ibid.*, t. XXXVII (1869) : Mémoire sur la température de l'air à Bruxelles, par Ern. Quetelet.

pas uniquement réglé par la position du soleil sur l'écliptique ; il dépend aussi de plusieurs causes physiques parmi lesquelles il faut citer en première ligne la sérénité du ciel.

La moyenne des maxima et celle des minima diurnes vont en croissant de janvier à juillet ; l'amplitude diurne va en augmentant de l'hiver à l'été. Elle est de 4o,4 en décembre, de 6°,7 en mars, de 9°,6 en mai et juin, et de 7°,7 en septembre.

L'étude des variations horaires de la température est très intéressante. Elle montre qu'à minuit la température est plus basse que la moyenne du jour à toutes les époques de l'année. C'est en été que l'écart est le plus grand (— 2°,6), en hiver qu'il est le plus petit (— 0°.6). Il en est de même à 2 et à 4 heures du matin.

C'est vers 8 heures du soir, ou vers 8 heures et demie par un ciel serein, que se présente la température moyenne du jour. Huit heures du soir est donc l'heure la plus convenable pour déterminer la température moyenne du jour par une seule observation. Toutefois, comme c'est précisément à cet instant du jour que la température varie le plus rapidement. on s'expose à des erreurs considérables en se contentant de cette seule observation ; il vaut beaucoup mieux observer les deux extrêmes de l'amplitude diurne puisque vers les instants du maximum et du minimum la température est presque stationnaire. Malheureusement ces instants sont moins stables. Il en est de même de l'heure du matin où se présente la température moyenne du jour. En général, entre la température moyenne du matin et celle de la température moyenne du soir, il y a, pour l'année, un intervalle de $11^h\ 5^m$, et de $11^h\ 13^m$ pour les jours sereins. Cet intervalle tombe à $10^h\ 5^m$ en hiver et s'élève à $12^h\ 4^m$ en été.

Le temps qui s'écoule entre les instants du maximum et du minimum varie beaucoup plus suivant les saisons. Il est de 7^h environ en hiver. et de 11 heures en été ; sa valeur moyenne est $9^h\ 43^m$, et 10_h pour les jours sereins.

L'instant du minimum précède toujours l'instant du lever du soleil ; pendant les plus longs jours, d'une dizaine de minutes seulement, et de plus d'une heure pendant les jours les plus courts. Ainsi, en hiver, le minimum se présente vers $6h\ 25^m$ du matin ; en été vers $3h\ 56^m$. Un ciel pur rapproche un peu l'instant du minimum de celui du lever du soleil.

L'instant du maximum de la température suit toujours l'instant du passage du soleil au méridien ; pendant les jours les plus courts de $1^h\ 30^m$, et de $3^h\ 20^m$ pendant les jours les plus longs. Ainsi en hiver, la

température maxima se présente vers $1^h\ 40^m$ de l'après-midi ; en été vers $3^h\ 10^m$. Un ciel serein recule, surtout en hiver, l'instant du maximum.

De la variation annuelle de la température. — Le mouvement de translation de la terre autour du soleil produit les saisons et, en général, tous les phénomènes de la variation annuelle de la température.

Nous avons dit tantôt que la température moyenne annuelle de Bruxelles, telle qu'elle résulte de l'observation des maxima et des minima de chaque jour, est 10°,3. En 1834, la moyenne s'est élevée à 12°,1 ; elle est descendue à 8°,4 en 1879 : ce sont les deux valeurs extrêmes. Ainsi, les moyennes annuelles ont varié de 3°,7 en cinquante ans.

Si nous appelons années chaudes et années froides celles dont la température moyenne diffère d'un degré environ, en plus ou en moins, de la température normale, nous trouvons que les années les plus chaudes ont été celles de 1834, 1852, 1857, 1859, 1862, 1863, 1868 et 1872. C'est l'été de 1834 qui a présenté le plus de jours avec maximum diurne d'au moins 25° : et celui de 1852 le plus de jours avec maximum diurne d'au moins 30°. Cette année, pendant 19 jours consécutifs, du 4 au 22 juillet, le maximum dépassa 25° ; du 10 au 18 il atteignit ou dépassa 30°.

Les années les plus froides ont été celles de 1838, 1844, 1845, 1860, 1864, 1871 et 1879. En 1845, du 6 février au 22 mars, il a gelé tous les jours, sans interruption : et 11 fois le thermomètre est descendu au-dessous de — 10°. En 1879, du 25 novembre au 28 décembre, il y a eu 34 jours consécutifs de gelée, parmi lesquels 10 ont été marqués de températures inférieures à —10°. En 1838, il a gelé tous les jours du 6 janvier au 7 février. Du 8 au 29 janvier le minimum diurne a été inférieur à —5° ; du 9 au 21, c'est-à-dire pendant 13 jours consécutifs, les minima ont été au-dessous de — 10° ; et du 16 au 20, pendant 5 jours, au-dessous de —15°.

Le nombre des années chaudes est presque le même que celui des années froides ; et on n'aperçoit aucune loi dans leur retour périodique.

Le maximum moyen d'une année, ou la moyenne des maxima diurnes de toute l'année, est 13°,9 ; le minimum moyen 6°,7.

La plus grande chaleur observée à Bruxelles, de 1833 à 1882, a été de 35°,2, le 19 juillet 1881. Ce même jour, le thermomètre a

atteint 36°.4 à Chimay, 36°.5 à Wépion (Namur), et 37°.3 à Maeseyck. C'est, croyons-nous, la température la plus forte observée en Belgique. A Bruxelles, le thermomètre n'a dépassé que 3 fois 34° en cinquante ans.

Cette chaleur intense du 19 juillet 1881 n'a pas été particulière à la Belgique : elle a régné sur une grande partie de l'Europe occidentale. On a observé ce jour-là ou les jours précédents des températures excessives à Londres, à Paris, à Cassel, etc.

Or, à cette époque, on voyait briller le soir, depuis le 23 juin, la grande comète de 1881. Cette coïncidence frappa le public ; on se rappela la belle comète de 1811, la température élevée de cette année, la récolte abondante qui en fut la suite, et surtout les excellentes qualités du *vin de la comète*. Il n'en fallait pas tant pour mettre sur le compte de l'influence bienfaisante de l'astre chevelu la température tropicale du milieu du mois de juillet 1881. Faut-il répéter que « ni la comète de 1811, ni aucune autre comète connue n'ont jamais occasionné sur notre globe le plus petit changement dans la marche des saisons ? » C'est l'opinion que développe Arago dans son *Astronomie populaire* (1), et la conclusion que formule le célèbre astronome à la fin de la discussion attentive de tous les éléments de ce problème reste toujours vraie : il n'y a aucune preuve de l'influence des comètes sur la température.

Le plus grand froid observé à Bruxelles a été de —20°,2, le 25 janvier 1881. Le lendemain on notait la plus grande différence de température observée dans l'espace d'un jour, 20°,8. En rapprochant le plus grand froid de la plus grande chaleur, on trouve que la variation de température la plus considérable, à Bruxelles, a été de 55°,4 ; et, fait plus extraordinaire encore que la grandeur de ce chiffre, cette variation thermique s'est opérée sur un intervalle de 6 mois seulement, du 25 janvier au 19 juillet 1881. Il est vrai qu'il a fallu le concours de cinquante années pour nous en amener une aussi extraordinaire.

Rappelons ici que le plus grand froid qui ait été jusqu'ici observé en Belgique est — 27°,7. Si on le rapproche de la plus grande chaleur 37°,3, on trouve 65° pour la plus grande variation du thermomètre en Belgique. Ce chiffre est énorme.

La moyenne des maxima des étés est, à Bruxelles, de 30°,9 ; celle

(1) Tome IV, liv. XXXII, chap. XXV.

des minima des hivers —10°,7 ; on a donc une variation annuelle moyenne du thermomètre de 41°,6. La chaleur des étés dépasse chaque année 27°, mais n'atteint pas toujours 28° ; le froid des hivers dépasse —3°, mais sans atteindre toujours —4°.

Les années chaudes et les années froides se succèdent sans ordre bien apparent. Peut-être pourrait-on tenter un rapprochement entre les années où le maximum absolu a dépassé 33° et les variations périodiques des taches du soleil.

Nous reviendrons sur cette coïncidence en parlant des saisons.

Les températures moyennes des saisons sont les suivantes :

Hiver	3°,1
Printemps	9°,5
Été	17°,8
Automne	10°.7.

Voici les valeurs moyennes extrêmes de chacune d'elles :

Hiver . .	6°,5 (1876-77) . . .	— 0°,8 (1844-45)
Printemps .	12°,5 (1862) . . .	6°,5 (1837)
Été . . .	19°,9 (1859) . . .	15°,8 (1841)
Automne .	12°,6 (1865)	9°,3 (1871).

La température moyenne de l'automne est très constante : celle de l'été l'est moins ; celle du printemps moins encore ; enfin celle de l'hiver est la plus variable.

Les températures des saisons se répartissent assez régulièrement des deux côtés de la moyenne. Ainsi, en cinquante ans, on compte 26 hivers dont la température moyenne a été au-dessus de la température normale ; et 24 dont la moyenne est restée plus basse. Quatre étés ont présenté la température normale ; 23 une température trop haute, et 23 une température trop basse.

Arrêtons-nous un instant à ces deux saisons principales, l'hiver et l'été.

Si l'on divise les jours froids en *jours de gelée*, où le minimum tombe sous zéro, et en *jours d'hiver*, où le maximum lui-même reste sous zéro et où, par conséquent, il gèle sans interruption pendant 24 heures : on trouve que l'hiver amène, à Bruxelles, 48 jours de gelée en moyenne et peut en présenter 90 : et que le nombre des jours d'hiver est en moyenne de 11 seulement et peut s'élever à 36.

L'hiver qui a présenté le plus de jours de gelée est celui de 1844-45

(90 jours) ; l'hiver de 1846-47 vient ensuite (82 jours). Les hivers qui ont donné le moins de jours de gelée sont ceux de 1845-46 et 1862-63 (17 jours) ; l'hiver de 1876-77 vient ensuite (18 jours).

Il n'y a pas de mois qui ne soit resté au moins une fois sans gelée. Aucun mois de décembre et de janvier n'a présenté plus de 28 jours de gelée, ni plus de 19 jours d'hiver ; mais le nombre des jours consécutifs où le thermomètre est descendu sous zéro est bien supérieur à 28 : il s'est élevé une fois à 45, répartis entre les mois de janvier et de février.

Une gelée qui commence avant le 26 octobre ne dure qu'un jour.

Une gelée qui	commence le	26	octobre	peut durer	3	jours.
—		2	novembre	—	5	—
—		7	—	—	7	—
—		9	—	—	8	—
—		15	—	—	11	—
—		25	—	—	34	—
—		6	février	—	45	—
—		17	—	—	25	—
—		18	—	—	21	—
—		17	mars	—	14	—
—		20	—	—	9	—
—		6	avril	—	8	—
—		19	—	—	3	—
—	après le	19	—	ne dure que	1	—

La date de la première gelée s'est rencontrée 25 fois avant et 25 fois après le 12 novembre ; celle de la dernière gelée 25 fois avant et 25 fois après le 2 avril. La première gelée s'est présentée deux fois le 5 octobre (1864, 1881), et une fois le 6 décembre (1852). La dernière gelée s'est présentée une fois le 26 avril (1873), et une fois le 24 février (1836) : ce sont les dates extrêmes. Ainsi l'hiver de 1836 est celui où les gelées ont fini le plus tôt ; elles avaient également commencé très tôt cette année, le 19 octobre. On rencontre quelques coïncidences de ce genre de 1833 à 1882 ; il ne paraît pas cependant qu'il existe une relation bien étroite entre les gelées précoces de l'automne et les gelées tardives du printemps. Il est curieux de constater que du 26 octobre au 27 avril, il n'y a qu'un seul jour, le 2 avril, où il n'a pas gelé une seule fois en cinquante ans. Il est probable que, par la suite, cette anomalie disparaîtra.

En général, les hivers qui ont été marqués par des froids très intenses présentent un grand nombre de jours de gelée : la coïncidence de ces deux faits n'est cependant pas absolue. Ainsi les hivers qui ont fini en 1838, 1845, 1880 comptent respectivement 61, 90 et 79 jours de gelée, et ont été marqués par des températures de —18°,8, —15°,0, —16°,8. Mais l'hiver de 1880-81 avec sa température de — 20°,2, n'a présenté que 53 jours de gelée répartis sur 7 mois.

Il arrive de même, assez généralement, que les hivers à froids peu intenses présentent peu de jours de gelée. Voici quelques exemples : 1833-34 : —4°,0, 20 jours ; 1845-46 : —6°,2, 17 jours ; 1850-51 : — 5°,8, 20 jours ; 1862-63 : — 5°,1, 17 jours ; 1876-77 : —7°,7, 18 jours.

Un autre fait digne de remarque, c'est que, en règle générale, sans neige sur le sol il n'y a guère dans nos contrées d'hiver rigoureux. Ainsi, pendant l'hiver de 1881-82, le plus grand froid absolu à été de — 4°,0 ; le nombre de jours de gelée 36, et celui des jours d'hiver 2 seulement. Or il n'est pas tombé de neige pendant les mois de novembre, décembre 1881 et janvier 1882. D'autre part, pendant l'hiver de 1879-80, le plus grand froid absolu a été de —16°,8, le nombre des jours de gelée 79, celui des jours d'hiver 26 : mais les grands froids de décembre 1879 et leur long cortège de 28 jours de gelées nocturnes furent précédés d'une violente tempête qui couvrit toute l'Europe d'une épaisse couche de neige. Les grands froids se déclarèrent immédiatement après ; leur intensité diminua lentement ; car la moyenne du mois de janvier 1880, qui compte encore 25 jours de gelée et 7 jours d'hiver, reste inférieure de 2°,3 à la moyenne normale.

Il se présente ici une question assez intéressante : les hivers sont-ils moins rigoureux à notre époque qu'autrefois ? Il semble que oui, si l'on ne considère que la température. En effet, si l'on partage les cinquante années d'observations de Bruxelles en cinq périodes de 10 ans, on trouve, pour la température moyenne de l'hiver :

De 1832 à 1842	3°,3
» 1843 à 1852	2°,8
» 1853 à 1862	2°,9
» 1863 à 1872	3°,6
» 1873 à 1882	3°,2

La moyenne des dix dernières années est encore plus forte que la moyenne générale 3°,1 ; mais elle a diminué à cause de la longue pé-

riode de froid qui s'est prolongée de novembre 1878 à janvier 1880. Pendant tout ce temps, si l'on excepte le seul mois d'août 1879, la moyenne mensuelle est restée constamment inférieure à la température normale. Une perturbation aussi nettement caractérisée et aussi persistante est un fait très remarquable.

Passons maintenant à l'été.

Si l'on divise les jours d'été en *jours chauds* où le maximum diurne atteint 25° au moins, et en *jours très chauds* où le maximum atteint 30° au moins; on trouve que l'été amène à Bruxelles 25 jours chauds en moyenne, et peut en présenter 56 ; et que le nombre des jours très chauds est en moyenne de 3 seulement et peut s'élever à 12.

L'été qui a présenté le plus de jours chauds est celui de 1834 (56 jours) ; les étés de 1857 et de 1868 viennent ensuite (51 jours). L'été qui en a présenté le moins est celui de 1860 (5 jours) ; l'été de 1882 vient ensuite (8 jours). Les étés de 1842 et de 1852 ont eu le plus de jours très chauds (12 jours).

Une seule fois, en 1840, le mois de juillet s'est passé sans offrir un maximum diurne atteignant au moins 25° ; mais cette année compte 1 jour chaud en avril, 4 en juin, 8 en août et 2 en septembre. Aucun mois de juillet n'a présenté plus de 22 jours chauds, ni plus de 12 jours très chauds ; aucun mois d'août n'a offert plus de 25 jours chauds, ni plus de 8 jours très chauds.

Le nombre des jours consécutifs avec maximum de 25° au moins a atteint, une fois, 19 jours, du 4 au 22 juillet 1852 ; du 10 au 18, c'est-à-dire pendant 9 jours consécutifs, le maximum atteignit ou dépassa 30°. Une fois aussi, en 1842, le mois d'août, du 13 au 28, offrit une période de 16 jours chauds successifs.

Les jours chauds commencent, en moyenne, vers le 23 mai et finissent le 2 septembre ; les jours très chauds commencent généralement vers le 2 juillet pour finir le 21.

En général, les étés qui ont été marqués par des chaleurs très intenses ont présenté un grand nombre de jours de forte chaleur ; la coïncidence de ces deux faits n'est cependant pas absolue. Ainsi, les étés de 1834, 1842, 1846, 1852, 1857, 1858 comptent respectivement 62, 52, 57, 50, 58, 64 jours de forte chaleur, et ont été marqués par des températures de 33°,1, 32°.6, 34°,2, 32°,1, 32°.9, 34°.6, 34°.7. Mais l'été de 1881, avec ses 35°,2 ne compte que 32 jours de chaleur, et celui de 1879, avec ses 32°,4, 16 jours seulement.

Il arrive de même assez généralement que les étés à chaleurs peu intenses présentent peu de jours chauds. Voici quelques exemples : 1851, 29°.4, 21 jours ; 1860, 28°,1, 5 jours ; 1862, 27°.2, 15 jours ; 1864, 27°.2, 12 jours ; 1871, 28°.9, 15 jours. Mais en 1882, le maximum absolu a atteint 30°.7 et il n'y a eu que 9 jours de forte chaleur. Il est vrai que, cette année, ce maximum absolu 30°.7 s'est présenté le 26 mai. Cette situation exceptionnelle, qui dura du 24 au 27 mai, a coïncidé avec la présence d'un nombre tout à fait inusité de taches sur le soleil. N'y a-t-il là qu'un rapprochement simplement accidentel ?

L'opinion que les taches du soleil exercent une influence sur la marche des phénomènes météorologiques, date à peu près de l'époque même de la découverte de ces taches. Aujourd'hui, après de longues années de recherches, cette opinion paraît véritablement fondée ; mais l'accord n'est pas entièrement fait sur la nature de cette influence. L'examen de ce débat nous conduirait trop loin, et ce n'est pas le moment de l'entreprendre ici. Mais, sans nous écarter de l'analyse du travail de M. Lancaster, nous pouvons rappeler que, « à Bruxelles, la moyenne thermométrique d'une année où les taches sont en petit nombre est sensiblement plus élevée que celle d'une autre année où ces taches ont été plus fréquentes. Or, il est démontré aujourd'hui par l'observation, que la fréquence des taches du soleil est soumise à des fluctuations dont la période est, en moyenne, de 10 à 11 ans. Dans la durée d'une période, le nombre de taches passe successivement par un minimum et un maximum, pour revenir à son point de départ, c'est-à-dire un nouveau minimum. La température éprouve donc aussi cette périodicité, mais en sens inverse : elle commence par un maximum, arrive à un minimum, puis revient à la fin du terme à un autre maximum (1). »

La question de la relation qui pourrait relier entre elles les températures des différentes saisons successives est tout aussi compliquée. C'est une supposition tout à fait gratuite, dit Humboldt dans son *Cos-*

(1) *Traité élémentaire de météorologie*, par J.-C. Houzeau et A. Lancaster, *Influences cosmiques*. — On peut consulter aussi sur cette question plusieurs articles de *Ciel et Terre*, entre autres : *La périodicité des hivers rigoureux*, par J. V., analyse des recherches de M. Renou et de M. Koppen; t. III, p. 217; *L'été de 1882 en Belgique*, par J. Vincent, t. III, p. 337 ; etc. Nous avons utilisé pour la composition de ce bulletin, plusieurs autres articles de cette excellente publication, entre autres les *Revues climatologiques mensuelles* de M. Lancaster.

mos, d'espérer un hiver doux après un été froid. « J'ai examiné avec soin la marche des nombres, dit Ern. Quetelet dans son savant mémoire *sur la température de l'air à Bruxelles*, et je n'ai trouvé qu'une seule influence qui réunisse assez de probabilité en sa faveur ; c'est celle des hivers sur les étés qui suivent. Il paraîtrait, contrairement à l'opinion populaire à laquelle faisait allusion de Humboldt, que l'effet général d'un hiver froid serait de refroidir l'été qui suit, et que celui d'un hiver chaud serait au contraire d'échauffer l'été suivant. »

Pour vérifier l'exactitude de cette hypothèse, nous avons rangé les cinquante hivers de 1833 à 1882 par ordre de températures moyennes décroissantes ; nous les avons groupés ensuite dix par dix, et nous avons déterminé la température moyenne de chacun de ces groupes, et celle des groupes correspondants des étés qui suivent ; les résultats sont rapprochés dans le tableau suivant :

Hiver		Été suivant
Temp. moyenne.	0°,5	17°,26
—	2°,26	17°,56
—	3°,17	18°,01
—	4°,64	17°,87
—	5°,54	18°,43

On peut disposer les nombres autrement, en partageant les hivers en trois groupes : les hivers très chauds, dont la température moyenne dépasse la température normale de deux degrés au moins ; les hivers moyens : et les hivers très froids dont la moyenne reste au-dessous de la température normale de deux degrés au moins ; on trouve ainsi :

Sept hivers très chauds	5°.86	Étés suivants	18°,41
Trente-six hivers moyens	3°.31	—	18°,37
Sept hivers très froids	0°,41	—	17°,2

Si l'on range de même les étés de 1833 à 1882 par ordre de températures moyennes décroissantes, si on les groupe ensuite dix par dix, en déterminant la température moyenne de chacun de ces groupes et celle des groupes correspondants des hivers qui suivent, on forme le tableau suivant :

Été		Hiver suivant
Temp. moyenne.	16°,59	2°,74
—	17°,31	3°,29
—	17°,88	2°,83
—	18°,15	3°,54
—	19°,26	3°,97

En partageant les étés en trois groupes : les étés chauds, dont la température moyenne dépasse la température normale de 1 degré au moins ; les étés moyens ; et les étés froids dont la moyenne reste au-dessous de la température normale de 1 degré au moins, on trouve :

Huit étés chauds	19°,43	Hivers suivants	3°.68
Trente-quatre étés moyens	17°.48	—	3°.08
Sept étés froids	16°.4	—	1°,87

L'accord est satisfaisant pour les valeurs extrêmes. De plus, les étés qui ont suivi les hivers chauds ont presque toujours été plus chauds qu'un été moyen ; ceux qui ont suivi les hivers froids ont rarement été supérieurs à cette moyenne. De même, les hivers qui ont suivi les étés chauds, six fois sur huit, ont été trop chauds ; les hivers qui ont suivi les étés froids, six fois sur sept, ont été trop froids. Il semble donc qu'il y a là quelque chose de plus qu'un simple rapport accidentel, et l'on peut dire qu'un été ou un hiver chaud tend à échauffer l'hiver ou l'été suivant ; qu'un été ou un hiver froid tend à refroidir l'hiver ou l'été suivant.

Cette loi rencontre cependant plusieurs exceptions : celle-ci entre autres paraît digne de fixer l'attention : un froid intense et de longue durée en janvier est assez souvent suivi d'un été chaud : telles ont été les années 1842, 1858 et 1868.

Jetons maintenant un coup d'œil sur les températures mensuelles.

Le mois de janvier est le plus froid ; sa température normale est 2°,3 ; la moyenne la plus élevée 7°.9, et la plus basse —5°.2. Juillet est le mois le plus chaud ; sa température normale est 18°,4 ; la moyenne la plus élevée 21°.1, et la plus basse 15°.0.

Le mois qui représente le mieux la moyenne annuelle est octobre (10°,9), mais il est un peu trop chaud. Avril (9°.6) est un peu trop froid. En prenant la moyenne des températures normales d'avril et d'octobre, on retrouve à peu près la valeur annuelle (10°.3).

La variation mensuelle du thermomètre est 19°.0 ; et la plus grande variation en un mois a été de 30°,2. Ce sont les maxima moyens mensuels qui ont les différences les moins considérables dans leurs variations aux différentes époques de l'année : ce sont les minima absolus qui offrent les plus fortes.

La plus grande fixité de la température a lieu en septembre et en

octobre, puis en juin ; la plus grande variabilité se présente pendant les mois d'hiver, puis en août.

Dans les deux seuls mois de juin et de juillet, la température dépasse chaque année 24° ; en août elle dépasse toujours 23° ; en mai 20°, et en septembre 19°.

Quand on a déterminé la température normale d'un mois, il est intéressant de rechercher comment les températures particulières se groupent autour de cette moyenne. Nous avons trouvé :

Nombre de mois dont la température comparée à la température normale, a été

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Supérieure :	28	31	25	24	23	24	18	26	25	24	24	29
Non supérieure :	22	19	25	26	27	26	32	24	25	26	26	21

Ainsi, sur les 150 mois d'hiver (décembre, janvier, février) de ces cinquante années d'observations, on en compte 78 plus chauds qu'un mois normal, et 72 normaux ou trop froids ; on a de même pour l'été (juin, juillet, août) 68 mois trop chauds et 82 trop froids. Les écarts étant évidemment plus nombreux là où ils sont plus petits, on voit aussi que, en général, les excursions du thermomètre au-dessus de la moyenne sont, pendant l'hiver, plus petites que les excursions au-dessous ; et que l'inverse a lieu pendant l'été.

La température moyenne d'un mois influe-t-elle sur la température du mois suivant ? Un mois de février froid a amené 2 fois sur 3 un mois de mars froid. Tous les autres mois d'une température inférieure à la moyenne amènent presque autant de mois trop froids que de mois trop chauds.

Janvier a offert 9 fois une température moyenne supérieure à 5° ; la température du mois de décembre précédent avait été supérieure à la moyenne 3°,3. On pourrait multiplier les rapprochements de ce genre, mais sans grand intérêt, car la plupart sont trop peu caractérisés pour n'être pas très problématiques.

Variations secondaires de la température. — Les variations diurnes et annuelles de la température dont il a été question dans les paragraphes précédents dépendent surtout et de la manière la plus évidente de la rotation de la terre et de la position du soleil sur l'écliptique. Il n'en est plus ainsi des variations dont nous allons parler.

Parcourons le tableau des températures moyennes diurnes déduites

des cinquante années d'observations. Ce tableau représente la marche de la température annuelle dégagée, autant qu'il est possible, des accidents thermométriques dus aux perturbations atmosphériques. Or on y remarque encore une foule d'irrégularités. La température ne va pas en croissant d'une manière continue, depuis son minimum en janvier jusqu'à son maximum en juillet, pour décroître ensuite progressivement. On arrive en réalité de l'hiver à l'été en passant par des alternatives de chaud et de froid, en apparence des plus capricieuses. Ces irrégularités disparaîtront-elles par la superposition d'un plus grand nombre d'années d'observations ? La courbe de la température annuelle perdra-t-elle peu à peu ses sinuosités bizarres pour devenir parfaitement régulière et continue ? C'est ce qui aurait lieu si la marche de la température était uniquement réglée par le mouvement annuel du soleil.

Or, à mesure que le nombre des années d'observations augmente, on reconnaît que certaines irrégularités de la température, au lieu de s'affaiblir, deviennent de plus en plus manifestes : on distingue des hausses et des baisses du thermomètre se présentant à peu près chaque année à des dates fixes. Ces alternatives de refroidissement et de réchauffement ne sont donc pas fortuites ; elles sont bien réellement périodiques, et elles se montreraient tous les ans à jour fixe si elles n'étaient parfois dissimulées en partie par des perturbations accidentelles.

De plus ces variations périodiques sont constantes. Si l'on partage les cinquante années d'observations de Bruxelles en groupes de dix ans, par exemple, on les retrouve chaque fois plus ou moins nettement accusées. Enfin, elles ne sont pas purement locales : les courbes des températures tracées d'après les observations de Paris, de Montpellier, de Munich, etc., en un mot, de différentes stations de l'Europe occidentale et même de l'Europe centrale, présentent le même aspect général, les mêmes sinuosités principales, avec de légers écarts dans les dates, et quelques différences dans l'intensité des perturbations.

Avant de nous enquérir des causes de ces variations secondaires signalons les dates caractéristiques dans la marche des températures moyennes diurnes.

Le mois de janvier présente une période de refroidissement bien prononcée du 7 au 11. Cette période comprend le jour le plus froid de l'année, le 10 janvier. C'est le seul jour de l'année où la moyenne générale n'atteint pas 1 degré. Le 16 et le 21 janvier la courbe thermique passe par un minimum ; le 24 par un maximum ;

le 30 par un nouveau maximum. Le 30 janvier mérite d'être remarqué : son maximum moyen et surtout son minimum moyen sont très élevés.

A partir du 7 février, une chute thermométrique se déclare et s'accentue jusqu'au 11 où elle atteint son maximum. Le thermomètre remonte alors jusqu'au 17 ; pour redescendre de nouveau jusqu'au 20 et reprendre ensuite sa marche ascendante jusqu'au 26 où il atteint un maximum. Cinq fois sur six ces fluctuations de la température en février se reproduisent avec une grande régularité ; depuis Lisbonne jusqu'au nord de l'Écosse, depuis Bruxelles jusqu'au cœur du continent on peut s'attendre, avec une grande probabilité, à voir ce phénomène se présenter dans une année quelconque. Au mois de février dernier, il s'est produit d'une façon bien caractérisée, mais avec une avance de deux jours : le plus grand abaissement de température a été observé le 9 au lieu du 11 (1).

En mars, la température commence à prendre un mouvement ascendant plus prononcé et moins tourmenté. Elle passe par un maximum le 4 ; on constate ensuite deux retours du froid, l'un le 12, l'autre vers le 22, séparés par un maximum le 17.

Le commencement du mois d'avril est trop chaud ; mais la température, d'abord ascendante, tombe vers le 9 et les jours suivants, pour se relever le 21, et redescendre de nouveau le 30. C'est pendant cette période de refroidissement, du 9 au 21 avril, que tombe, le plus souvent, la dernière gelée.

Le milieu du mois de mai présente une période de refroidissement très remarquable ; les observations confirment l'opinion populaire relative aux *trois saints de glace*, les 10, 11, et 12 mai, en Allemagne, et les 11, 12 et 13 mai en France. A Bruxelles, on constate une chute du thermomètre les 10 et 11 mai, et une autre les 14 et 15 (2).

Le 13 et le 22 juin sont remarquables par leurs températures élevées : le 22, en particulier, est le seul jour du mois où la température moyenne atteint et dépasse 18°. Du 30 juin au 2 juillet se présente un refroidissement assez bien marqué, suivi d'une période de chaleur, du 4 au 8, qui comprenait, après 20 ans d'observations,

(1) Voir *Ciel et Terre*, t. III, p. 80. *Les hausses et les baisses thermométriques à date fixe*, J. Vincent; *Ibid.*, 2e série, t. I, p. 45, diagramme donnant les courbes thermométriques de février pour Munich, Bruxelles et Montpellier.

(2) Voir *Ciel et Terre*, 2e série, t. I, p. 145 : *Les saints de glace*, par J. Vincent.

le jour le plus chaud de l'année (7 juillet). Après 30 années d'observations ce jour reculait jusqu'au 15 juillet : cinquante années d'observations le fixent au 16. On remarquera qu'ici encore, comme pour le jour le plus froid, l'observation n'est pas d'accord avec la loi de continuité qui fixe le jour le plus chaud au 21 juillet. Cette dernière date correspond, dans les moyennes diurnes des cinquante années, à un abaissement de température.

Au mois d'août, on a de nouvelles chaleurs le 6 et le 15, précédées de deux minima l'un le 26 juillet, l'autre le 10 août. Après une nouvelle chute, le 25 août, précédée également d'un maximum, le 20, la température décroît assez régulièrement jusqu'en novembre : on rencontre un minimum le 3 novembre : et un léger réchauffement se produit à la fin du mois. Pendant le mois de décembre, on constate un minimum le 3, et un maximum le 6 : une période de froid du 10 au 13, et deux autres minima le 22 et le 26, suivis d'un maximum le 31.

En résumé, les causes perturbatrices semblent s'exercer avec plus d'énergie pour altérer le cours régulier de la température annuelle pendant les mois d'hiver : leur action est encore énergique pendant le mois d'août : mais elle se ralentit à mesure qu'on approche du mois d'octobre qui présente un minimum.

Parmi les anomalies que nous venons de signaler il en est, sans doute, que des observations ultérieures pourront faire disparaître : mais il en est aussi, comme nous le disions en commençant ce paragraphe, dont la périodicité et l'universalité ne laissent pas de doute. Nous nous bornerons à en signaler deux, sur lesquelles on nous permettra d'insister un peu : ce sont les deux périodes de refroidissement du 7 au 11 février, et du milieu de mai.

Parlons d'abord du refroidissement de février.

« Les causes de ces fluctuations remarquables et régulières du thermomètre, dit M. Lancaster (1), sont naturellement à chercher dans la position relative des centres de cyclones et d'anticyclones à la surface de l'Europe. C'est ainsi que la baisse du 7 au 11 février est provoquée par le vaste anticyclone de l'océan Atlantique qui, au commencement du mois, s'annonce sur les rivages de l'Europe occidentale, traverse ensuite lentement le nord du continent, puis descend sur la Russie centrale. Le retour annuel, à date fixe, de cet anticy-

(1) *Ciel et Terre*, 2e série, t. I, *Revue climatologique mensuelle*, par A. Lancaster, p. 45.

clone, est l'un des faits les plus intéressants de la climatologie européenne.

» La rapidité et l'importance de la chute du thermomètre qu'il occasionne dans nos contrées, sont en raison de la plus ou moins grande proximité de son centre par rapport à la Belgique. C'est ainsi qu'en certaines années, comme en 1865, 1870, 1871, 1874, pour ne citer que les plus récentes, on a vu, entre le 10 et le 15 février, le thermomètre descendre aussi bas que — 12°,6, — 12°,7, — 11°,2, — 9°,5, alors qu'entre le premier et le 10 il avait marqué + 8°,4, + 10°,9, + 9°,9, + 7°,7. Notre pays se trouvait alors très près du centre de l'anticyclone. Dans d'autres années, où le météore se tient relativement loin de nous, le refroidissement est moins prononcé. Tel a été le cas en 1885. »

Cette explication s'applique au refroidissement du milieu de mai. Mädler, qui avait constaté cette chute périodique du thermomètre dans les observations de Berlin, en chercha la cause dans le nord de la Russie. Il émit l'opinion que l'absorption d'une grande quantité de chaleur par la fusion des glaces y produisait un refroidissement considérable, qui se transmettait à l'Europe centrale par les vents de NE qui accompagnaient toujours ce refroidissement. « C'était, dit M. J. Vincent, donner une explication de la basse température des vents de NE, mais non de l'arrivée de ces vents. » Au surplus, cette explication ne pourrait s'étendre aux froids de février. Les cartes météorologiques, dit M. Vincent, ont résolu le problème : les refroidissements périodiques de mai sont amenés par l'établissement d'un maximum barométrique sur l'Écosse ou près de ses côtes. Le baromètre s'élève sur le nord-ouest de l'Europe et baisse sur le sud-est ; de là des courants de NE, plus ou moins froids, selon les circonstances (1).

Cette explication serait pleinement satisfaisante, si les refoidissements périodiques de février et de mai ne se manifestaient que dans l'Europe occidentale, mais ils se produisent sous toutes les latitudes de l'Europe, et même dans l'Inde, au Chili, dans la république Argentine, etc. Il semble donc qu'on se trouve ici devant l'action d'une cause d'un ordre plus élevé.

Ces considérations nous amènent à parler de l'influence que certains astronomes attribuent aux essaims météoriques sur la température de l'atmosphère. En traitant cette question nous ne nous écarte-

(1) *Ciel et Terre*, 2e série, t. I : *Les saints de glace*, par J. Vincent (avec cartes des pressions barométriques).

rons pas de l'analyse des recherches faites à l'observatoire de Bruxelles sur la température, car il nous suffira de recourir à la Revue *Ciel et Terre* et à *l'Annuaire de l'observatoire* pour 1886, et de résumer deux notices intéressantes, l'une de M. Lancaster sur *les étoiles filantes et la température*, l'autre de M. Folie, directeur de l'observatoire, sur *les dates fixes du froid* (1).

L'idée d'une action des essaims d'astéroïdes sur l'état thermique de notre atmosphère se trouve mentionnée pour la première fois dans un des écrits provoqués par la discussion entre Scheiner et Galilée à propos de la découverte des taches du soleil (2) : depuis, un grand nombre d'auteurs se sont occupés de cette hypothèse. Parmi ses promoteurs citons surtout l'astronome Erman.

Les partisans de l'influence des étoiles filantes sur la température ne se sont pas toujours entendus sur la nature de cette influence. Les uns ont conclu à un échauffement dû au passage des météores à travers notre atmosphère, les autres à un refroidissement. Plus tard, et c'est l'idée qui prévaut aujourd'hui, on a admis tout à la fois une action réfrigérante ou réchauffante, selon la position de l'essaim. Voici comment un des principaux défenseurs de cette théorie, dom Lamey, explique ces effets différents : « Lorsqu'un essaim de météorites s'interpose entre le soleil et la terre, une certaine région de notre planète est offusquée par cet essaim ; il se produit une ombre ou pénombre plus ou moins étendue selon la densité de cet essaim et selon son rapprochement plus ou moins grand de notre globe. La région éclipsée subit donc un abaissement de température ; cette région, à peu près circulaire si l'essaim est globulaire, s'étendra, au contraire, sous forme de zone si l'essaim est lui-même allongé, en queue de comète, par exemple. Mais, en decà et au delà, certaines régions du globe, non offusquées, recevront, outre la chaleur venant directement du soleil, un surcroît calorifique provenant des rayons solaires réfléchis par l'essaim. Si la terre se trouve située entre le soleil et l'essaim, alors il ne pourra y avoir que surcroît de chaleur pour tout le globe, les rayons solaires qui directement n'atteignent pas la terre venant à y être réfléchis par la surface réfléchissante de l'essaim (3). »

On sait que les étoiles filantes sont plus nombreuses à certaines époques fixes. Le 10 août et le 13 novembre sont les principales de ces

(1) Tome I, p. 487. — *Annuaire* pour 1886, p. 283.
(2) *De maculis in sole animadversis.* 1612.
(3) *Bulletin hebdomadaire de l'Association scient. de France*, 2e série, n 18.

époques. Or le nuage cosmique d'où nous viennent les étoiles filantes du 10 août passe entre le soleil et nous environ 6 mois plus tard ; il en est de même de l'essaim du 13 novembre. C'est donc vers le 10 février d'une part et le 13 mai de l'autre que doivent se présenter les anomalies thermiques dues à ces essaims.

Nous voilà donc ramenés aux refroidissements périodiques de février et de mai. La coïncidence est remarquable.

Si nous passons maintenant au 10 août et au 13 novembre, nous trouvons que, à ces dates, la courbe des températures diurnes présente deux minima. Si l'on descend dans le détail on trouve que la grande averse du 13 novembre 1833 a coïncidé, à Bruxelles, avec une chute très marquée du thermomètre ; mais, lors de l'averse tout aussi remarquable du 13 novembre 1866, la température a subi une hausse bien accentuée. Une coïncidence semblable s'est rencontrée l'année dernière à l'époque de la splendide pluie d'étoiles filantes du 27 novembre : du 27 au 30 la température a été notablement trop élevée.

On peut étendre davantage le champ de ces coïncidences. Les refroidissements périodiques de février et de mai ne sont pas les seuls, en effet, que l'on puisse rapprocher des pluies météoriques. MM. Folie et Lancaster montrent, dans l'*Annuaire*, que les minima thermiques du 16 janvier, du 12 mars et du 3 novembre pourraient être en relation avec les essaims du 28-30 juillet, du 6-7 septembre et du 1 mai.

Que conclure de ces faits ? que la liaison entre les essaims météoriques et les variations secondaires à date fixe de la température de l'atmosphère n'est nullement improbable, et mérite de fixer l'attention des observateurs. La conclusion de la notice de M. Folie nous paraît fondée. « Les astronomes se sont un peu trop désintéressés de l'observation systématique des étoiles filantes, depuis la mort de Quetelet et de Heis. Cette observation, poursuivie régulièrement, peut conduire en effet à des résultats très intéressants non seulement en météorologie, comme on vient de le voir, mais encore en cosmologie, et c'est à ce dernier titre qu'elle mérite surtout de fixer davantage l'attention des astronomes. »

Revenons en terminant au travail de M. Lancaster qui a fourni le sujet de ce bulletin. Nos lecteurs auront sans doute été frappés de la complication des problèmes que soulève la science du temps. Pour la vaincre le météorologiste ne peut pas, comme le physicien, recourir à des expériences où il se débarrasse des causes perturbatrices pour étudier un à un les agents de la nature. La science qu'il cultive est

une science d'observation : et il doit attendre des circonstances les occasions favorables que le physicien fait naître à son gré. Ce travail est long et pénible : mais les notices que M. Lancaster nous a déjà données sur le climat de la Belgique et les résultats des travaux de l'observatoire de Bruxelles disent assez que ces jours de labeur seront certainement suivis de jours de succès.

J. Thirion S. J.

GÉOGRAPHIE.

Tremblements de terre du Japon. — Le dernier volume des *Transactions* de la Société seismologique du Japon renferme un mémoire remarquable du professeur J. Milne concernant les tremblements de terre dans la partie septentrionale de cette contrée. Pendant deux années (septembre 1881 à octobre 1883), on a observé 387 tremblements de terre, soit environ quatre par semaine. Le champ de l'observation a été la partie de l'île de Nippon qui s'étend entre 35° et 40° lat. N. Quelques chocs n'ont été ressentis qu'en un seul endroit, d'autres se sont étendus sur toute la région. La direction, l'intensité et l'extension de chaque tremblement de terre en particulier étaient spécialement recommandées à l'attention des observateurs. L'extension était la plus difficile à constater, M. Milne y a réussi de la manière suivante. Avec l'aide du gouvernement japonais, il a envoyé aux bureaux de police, des postes et des télégraphes de toutes les villes importantes situées dans un rayon de 100 milles (161 kilomètres) de Tokio, des paquets de cartes postales avec ordre d'y inscrire tous les tremblements de terre qui surviendraient et de renvoyer ces cartes toutes les semaines à la capitale. On remarqua bientôt que tous les mouvements du sol venaient du nord, et qu'à Tokio ils se dirigeaient à l'ouest et au sud pour s'arrêter à la petite chaîne de montagnes qui borne la plaine de Tokio au midi. La limite des cartes postales fut ensuite étendue successivement du côté du nord jusqu'à la côte de l'île. Ensuite on s'appliqua à mesurer l'étendue, l'intensité et la direction du phénomène au moyen de différents instruments extrêmement délicats dont la surveillance était confiée à des observateurs expérimentés. Le résultat général de toutes ces observations fut qu'un

tremblement de terre ordinaire, tout en se propageant dans une direction générale, lance à des endroits déterminés ses vibrations dans des directions différentes, et que l'amplitude et la période varient d'après les lieux. De plus, 84 p. c. des ces tremblements de terre ont eu leur point de départ sous l'Océan. Le voisinage des volcans actuels ou récents n'a guère d'influence sur le phénomène ; il n'y a aucune relation directe entre les centres volcaniques et ceux du mouvement du sol. Les tremblements sont plus fréquents là où le sol descend brusquement dans les profondeurs de l'Océan, et aux endroits où il est prouvé que le sol s'est élevé rapidement dans les temps modernes. La plus grande fréquence pendant l'hiver est confirmée par les recherches de M. Milne. Ainsi, il y en a eu 278 l'hiver contre 109 l'été, soit 72 p. c. contre 28. L'intensité a été également plus grande pendant la même saison, trois fois et demie celle de l'été. Les phases de la lune ne semblent avoir aucune influence, mais on a cru trouver que les mouvements arrivaient un peu plus souvent à marée basse. Les données recueillies jusqu'ici par M. Milne ne lui permettent pas encore de formuler aucune loi certaine sur la propagation de la vibration, le commencement précis et la fin des chocs, non plus que sur leur durée exacte et leur vitesse.

Tremblement de terre de Cachemire. — Le 30 mai dernier, vers trois heures moins le quart du matin, le Cachemire éprouva un terrible tremblement de terre qui fit périr 3000 hommes et une grande quantité de bétail. Il s'étendit sur une surface de 800 à 1000 kilomètres carrés, et sa direction était nord-sud. Il avait été annoncé le 24 mai par une légère secousse, et depuis il n'a pas encore complètement cessé. En plusieurs lieux le sol s'est fendu, entre autres près de Baramula, où une fente s'est ouverte, large de 27 mètres sur une centaine de mètres de longueur. Ailleurs il s'est formé des cratères qui rejettent du sable. La grande secousse a été précédée d'un grand bruit souterrain qui semblait venir du nord (1).

La Mandjourie. — Dans son rapport sur le commerce de Newchang pour 1884, M. Christophe Gardner, consul anglais de cette ville, donne d'intéressants détails sur la Mandjourie, qui forme son district consulaire. M. Gardner attribue à la Mandjourie une étendue de 300 000 milles carrés (environ 776 970 kilomètres carrés) avec

(1) *Proc. Geol. Survey of India*, ap. PETERM. MITTHEILUNGEN.

une population de 15 000 000 d'habitants d'après les évaluations des missionnaires catholiques (1). Le pays est aujourd'hui divisé en trois provinces : Heh-lung Kiang ou Saghalien, Kivin et Fêng Tieng. M. Gardner les décrit chacune avec leur gouvernement, leur force militaire, leurs subdivisions et leurs villes. Heh-lung Kiang a une étendue de 150 000 milles carrés (environ 384 000 kilomètres carrés) ; Kivin 95 000 m. c. (243 000 k. c.) et Fêng Tieng 55 000 m. c. (141 000 k. c.). La première n'est guère peuplée ; la seconde a une population mêlée de Chinois et de Mandjous à l'ouest, tandis qu'à l'est des montagnes le pays est habité par des tribus aborigènes, telles que les Gilyak, les Koriak, etc. Il s'y trouve également un grand nombre de Coréens, expulsés de leur pays pour raisons politiques depuis 1868. La province de Fêng Tieng n'a guère d'autres habitants que des Chinois ; il y a en outre quelques villages mandjous dispersés dans la contrée, et environ trente mille Coréens sont venus se fixer au nord-est. Depuis 1876, les gouvernements de Chan-Toung et de Chi-li ont envoyé en Mandjourie des centaines de milliers d'émigrants, qui non seulement ont considérablement augmenté le nombre des habitants des centres commerciaux, mais ont encore défriché et mis en culture de grandes étendues de pays, des deux côtés des Palissades, prolongement oriental de la grande muraille de la Chine. Ce territoire formait, avant 1865, une zone neutre, où il était interdit aux Chinois et aux Coréens de s'établir. Le port de Newchang est situé dans cette province, mais la place qu'il occupe était encore sous la mer au commencement de ce siècle. La ville de Moukden, qui s'y trouve également, est, au dire de M. Gardner, la ville la plus belle et la plus florissante qu'il ait vue dans tout l'empire chinois. Elle compte une population de 400 000 habitants. Dans un appendice, l'auteur donne plusieurs tableaux statistiques, et ajoute d'intéressants détails sur les missions chrétiennes dans la contrée. Il évalue le nombre des catholiques à 12 530 en 1884, et dit ne pas connaître celui des protestants.

Les diamants du Cap. — C'est en 1867 que de riches gisements de diamants furent découverts dans l'Afrique australe à l'extrême frontière occidentale de l'État libre d'Orange, dans les environs de Kimberley. Cette localité resta le centre de l'exploitation de 1872 à 1880. Depuis lors on a ouvert de nouvelles mines en d'autres endroits.

(1) Behm et Wagner (1880) donnent à la Mandjourie 950 000 kilomètres carrés et 12 000 000 d'habitants.

Voici le produit de l'exploitation du 1er septembre 1882 au 1er septembre 1884 :

MINES	CARATS	VALEUR EN LIV. ST.
Kimberley	1 713 463	1 687 289
De Beer's	877 166	970 032
Du Toit's Pan	943 494	1 416 041
Bultfontein	1 010 011	1 074 442
Ensemble	4 544 134	5 147 804
Soit fr. 129 370 100		

Les mines sont exploitées aujourd'hui par soixante-dix sociétés.

L'ivoire en Afrique. — Dans sa brochure intitulée : *Mehr Licht im dunkeln Welttheil*, le Dr. Fischer constate que l'Afrique exporte annuellement 1 760 000 livres d'ivoire qui exigent le sacrifice d'environ 40 000 éléphants. Ces animaux finiront par disparaître de l'Afrique méridionale. Déjà l'immense territoire exploité par le commerce de l'Égypte ne produit plus que 330 000 livres d'ivoire par an, et l'on ne trouve plus d'éléphants jusqu'à une distance de 130 à 200 milles anglais (200 à 325 kilomètres) de la côte. C'est Zanzibar qui donne proportionnellement le plus d'ivoire : 440 000 livres pour 1 140 000 kilomètres carrés. La région occidentale, où le nouvel État libre du Congo occupe seul près de 2 600 000 kilomètres carrés, ne fournit que 550 000 livres ; Mozambique, 228 000 : le pays du Niger, 165 000 ; le Gabon, Cameron et Lagos ensemble, la même quantité ; le Congo portugais, 220 000 ; la mer Rouge, 110 000 ; et le Cap également 110 000. Le lecteur remarquera que la somme des chiffres partiels dépasse assez considérablement le total donné plus haut ; ne sachant pas de quel côté se trouve l'erreur, nous avons simplement reproduit les nombres fournis par le Dr Fischer. Il évalue la valeur de l'ivoire exporté à fr. 20 000 000 par an.

La traduction française de l'ouvrage de Stanley, que tout le monde attendait avec impatience, a enfin paru. C'est un magnifique volume grand in-8° de XVIII et 696 pages, supérieurement imprimé, orné de 418 gravures sur bois très bien faites, et enrichi de quatre cartes hors texte dont une — celle du Bassin du Congo — en deux grandes feuilles ; elle est à l'échelle de 1/3 000 000 et mesure 1m, 14 sur 0m, 87. Quoi qu'en dise le titre, cette grande carte n'est pas cependant ce que l'on appelle ordinairement une carte murale ; elle

est d'une exécution beaucoup trop fine pour porter ce nom, et l'on pourrait difficilement la consulter avec fruit si elle était suspendue à un mur. En comparant l'édition de Londres avec celle de Bruxelles, on voit que les éditeurs anglais ont voulu faire un livre de bibliothèque, tandis que les nôtres paraissent avoir voulu faire un ouvrage qui, revêtu d'une riche reliure, puisse figurer dans un salon. Au lieu d'un superbe volume qu'il faut déposer sur la table pour le consulter sans se fatiguer, les Anglais, toujours pratiques, ont divisé l'ouvrage en deux volumes d'un maniement facile, et y ont ajouté une table alphabétique très complète que nous regrettons ne pas trouver dans l'édition belge. Nous ne devinons pas pourquoi l'on a supprimé ce complément indispensable d'un livre tout rempli de faits et de noms propres. Nous nous sommes laissé dire que c'était une question d'argent ; mais nous ne le croyons pas. Une pareille économie serait indigne d'un éditeur sérieux, et nous en croyons MM. Frank et Mersbach incapables ; ils se sont donné trop de peine pour mener leur entreprise à bonne fin. Ils ont tâché de rendre le livre de Stanley d'une lecture plus agréable pour le grand public : au lieu de s'attacher à reproduire servilement le texte de leur auteur, ils ont classé les faits dans un meilleur ordre, supprimé les répétitions et rejeté à la fin les pièces justificatives qui interrompent si désagréablement les récits de l'original. Ces améliorations contribueront à faire préférer l'édition de Bruxelles à celle de Londres, sur laquelle elle a en outre l'avantage de coûter moitié moins cher.

Le traducteur, M. Gérard Harry, a généralement converti en mesures décimales les milles et les pieds anglais. Quelquefois néanmoins il les a conservés, entre autres sur *toutes* les cartes, de sorte que l'on a deux mesures différentes selon que l'on consulte le texte ou qu'on le veuille vérifier sur la carte, cela déroute le lecteur. En outre, il ne réduit jamais les *acres* en hectares, mais rend toujours acre par arpent, mot dont la signification est indéterminée. — Le français du traducteur laisse parfois à désirer. Il modifie l'orthographe anglaise des noms propres : il remplace par *ch* le *sh* du texte, et rend par *ou* le *u* et même le *w* de l'original (au moins dans le texte, car sur les cartes le *w* est conservé). Il n'a fait en cela qu'imiter certains géographes français qui écrivent également la diphthongue *ou* pour la consonne *w* ; nous croyons avec M. d'Abbadie qu'ils sont dans l'erreur. Sous prétexte de rendre exactement la prononciation des noms étrangers, ils l'altèrent. Souvent les noms les mieux connus deviennent méconnaissables. J'y ai été pris un instant en lisant notre auteur. J'y trouvai un lac Mouerou que je ne reconnus pas d'abord, et il me

fallut un moment de réflexion avant de découvrir sous cette étrange orthographe le Moero de Livingstone que Stanley appelle Mweru ou Moero. La grande carte de l'original anglais est plus belle et plus soignée que celle de Bruxelles, qui a été gravée à nouveau et où les remarques ont été traduites en français ; quelques-unes néanmoins ont été oubliées le long du Congo, et sur les bords du lac Léopold II : nous avons trouvé *Very low land* en anglais à côté de *Terre submergée* en français. Disons-le cependant, bien que le style de Stanley soit coupé, âpre et souvent négligé, celui de son traducteur est coulant et d'une lecture facile et agréable ; pour le grand public, cela rachète bien des défauts.

Les limites du Congo français et de l'État libre. — Une commission, qui s'est rendue sur les lieux, a déterminé la ligne de frontière de Chiloango jusqu'au point sur le Congo, au-dessus de la station de Manyanga conformément à l'article 5 § 3 du traité du 5 février. Il paraît que des difficultés se sont élevées au sujet du bassin de la Licona-Nkoundja, qui doit faire partie des possessions françaises. Nous comprenons ces difficultés. Bien que les termes du traité, en réunissant par un trait d'union les deux noms, semblent ne faire qu'une seule rivière de la Licona et du Nkoundja, rien n'est moins probable que cette identification. On ne sait pas au juste quel affluent du Congo se trouve être le Nkoundja, et l'on ignore quelle est la rivière qui forme la basse Licona. La Licona a été découverte en 1878 par le comte de Brazza ; et c'est par droit de première découverte que la France en a réclamé la possession, qui lui a été reconnue par le traité. En descendant le Congo, Stanley a vu sur la rive droite, vers 1°30 lat. S, l'embouchure d'une rivière qu'il nomme sur sa carte *Kanya*, avec un point d'interrogation. Ensuite les cartographes ont supposé que les deux rivières n'en formaient qu'une et ont dessiné leurs cartes en conséquence. Plus tard on a cru que le Konya (Nkoundja) était identique avec l'Oubangi qui débouche dans le Congo à un degré plus au nord que le Konya de la carte de Stanley. De là les termes du traité ; or, d'après Grenffell, qui a remonté l'Oubangi jusqu'au 2e degré N, cette rivière ne reçoit *aucun* affluent de l'ouest sur toute cette étendue. Il est donc plus que probable que la Licona ne s'y perd point. Le seul moyen de résoudre la question serait de descendre la Licona et de reconnaître son bassin. Le nom que les cartographes ont donné à son embouchure importe peu. Toutes les cartes de ces régions diffèrent, tant pour la position des lieux que pour les noms qui leur sont donnés. Nous avons

donc peine à croire la nouvelle, que nous lisons dans l'*Exploration* du 25 mars dernier, que « la question des frontières serait tranchée à Paris ».

Pétrole en Égypte. — Les journaux annoncent que l'on vient de trouver en Égypte d'abondantes sources de pétrole. Cette découverte est due à un ingénieur belge M. De Bay. L'endroit où ces sources se rencontrent est situé sur les bords de la mer Rouge à l'entrée du golfe de Suez, à une bonne cinquantaine de lieues au sud de cette ville vers 28° lat. N.

Les îles Carolines. — Ces îles, qui ont failli allumer la guerre entre la Prusse et l'Espagne, sont au nombre d'environ 500, divisées en 48 groupes entre les cinquième et dixième parallèles nord sur une trentaine de degrés de longitude. La confusion résultant des noms divers donnés aux mêmes îles par des navigateurs de nationalités différentes en rendit longtemps l'exploration difficile. De plus, les mers où elles se trouvent passaient parmi les navigateurs pour extrêmement dangereuses. La première connaissance de cet archipel date de 1525 et est due au portugais Diogo de Roche, qui vit le groupe le plus occidental, appelé par lui Islas Sequira. Plus tard, en 1543 et en 1565, les Espagnols Villolobas et Miguel Lopez de Legaspi virent également quelques groupes. En 1594, Lorenzo de Barrito trouva quelques îles inhabitées et leur donna le nom de Islas de los Barbudas, sous lequel elles figurent sur les anciennes cartes. Francisco Lescano découvrit en 1686 une grande île, on ne sait laquelle, et la baptisa du nom du roi Charles II, qui bientôt servit à désigner l'archipel tout entier. Deux navigateurs russes, Kotzebue et Lütke, visitèrent les Carolines en 1817 et en 1828, et les marins français Prespinet, Du Perrey et Dumont d'Urville les explorèrent en 1819, en 1824 et en 1826. C'est grâce aux travaux de ces cinq voyageurs que cet archipel commença à être mieux connu. Bien que tous les géographes aient toujours considéré les Carolines comme appartenant aux Espagnols, ceux-ci ne s'en étaient jamais beaucoup préoccupés. C'est tout récemment que le gouvernement espagnol venait d'ordonner au gouverneur de Manille d'en prendre formellement possession, lorsqu'un navire allemand arriva pour annexer l'archipel, que M. Bismarck considérait comme *terra nullius*.

La mer d'Hudson. — Le steamer *Alert* est rentré à Halifax, le 18

octobre dernier, de sa campagne de quinze mois dans la mer d'Hudson. Il avait pour mission d'examiner la navigabilité de cette mer, et de rechercher s'il est possible d'y établir une voie de communication entre le nord-est du Canada et l'Europe. Il semble résulter de ses observations que la température y est plus élevée qu'à la côte occidentale. La température moyenne des mois d'hiver descendit à — 30° Fahr., soit — 34°. 5 C. Les observations faites sur l'état des glaces dans le détroit et la mer d'Hudson ont montré que des bâtiments convenablement construits et bien équipés pourraient y naviguer pendant trois ou quatre mois, de juillet à octobre. Toutefois, comme le mouvement des glaçons est variable, les navigateurs n'y sauraient être trop prudents.

L. D.

SCIENCES INDUSTRIELLES

Progrès de l'industrie manufacturière en Allemagne. — De 1874 à 1884 l'importation annuelle allemande a diminué de 388 millions de marcs, tandis que l'exportation a augmenté de 836 millions de marcs : il en résulte que l'industrie allemande a fait dans ces derniers temps des progrès énormes. En ce qui concerne particulièrement les produits manufacturés, les exportations se sont élevées de 841 millions de marcs en 1874 à 1790 millions en 1884, c'est-à-dire qu'elles ont plus que doublé ! Signalons parmi les produits manufacturés qui ont le plus contribué à cet accroissement :

	Exportation en millions de marcs	
	1874	1884
1. Ouvrages en métaux de toutes sortes. . .	51	276
2. Machines, mécaniques et instruments divers .	79	136
3. Ouvrages en cuirs et peaux, maroquinerie, pelleterie, ganterie	43	134
4. Quincaillerie fine, bijouterie, objets d'art . .	38	99
5. Tissus	369	708

Ce développement est dû d'abord au bon marché des deux matières premières les plus essentielles à toute industrie, la houille et le fer, et

au taux peu élevé de la main-d'œuvre : ce taux est d'un tiers environ inférieur à celui de la main-d'œuvre en France. Les ouvriers consentent assez facilement en Allemagne aux réductions de salaires imposées par les nécessités du moment. Cette nation s'occupe beaucoup plus que la Belgique et la France d'étendre au loin ses débouchés : un grand nombre de négociants allemands n'hésitent pas à aller fonder des comptoirs dans tous les pays du globe. Enfin l'instruction professionnelle à tous les degrés est très répandue en Allemagne : on n'y compte pas moins de 250 écoles commerciales et industrielles de tout ordre (1).

Perfectionnements dans la fabrication du verre. — Depuis une dizaine d'années la plupart des *fours à grille* pour la fusion du verre ont été remplacés par des *fours à gaz*, des systèmes Siemens, Boëtius, Wilson, Appert, etc. Aujourd'hui l'on commence à substituer aux fours à pots ou creusets chauffés au gaz des *fours à bassin*, également chauffés au gaz, mais sans pots, à fusion et travail continus, des systèmes Siemens, Baudoux, Boucher aîné, etc.

Les fours à bassin donnent un verre de qualité tout à fait supérieure: le déchet et les rebuts sont réduits à leur extrême limite. Un de ces fours produit en moyenne autant que 5 ou 6 fours à creusets ; il en est même qui représentent jusqu'à 10 fours anciens. A l'avantage de cette grande production viennent se joindre ceux de la régularité du travail et de la suppression de la manœuvre des pots. L'économie réalisée sur le personnel (2) est de 50 p. c. environ ; l'économie de combustible est plus grande encore.

Ainsi, tandis qu'un four à 6 petits pots consomme par opération, s'il est chauffé à la houille, 11 000 kilos à 12 fr., soit pour 132 frs. et s'il est chauffé au gaz 10 000 kilos de combustible à 12,50 fr. ou 125 francs, une opération correspondante dans un four à bassin n'exige que 8 500 kilos de combustible à 7,50 fr., soit pour 73,75 francs.

On estime que le coût d'un four à bassin peut être économisé en trois mois.

(1) D'après un Rapport de M. A. Marteau au Ministère des affaires étrangères de France.

(2) Cette diminution des frais de main-d'œuvre et l'extinction forcée d'un grand nombre de fours à pots ont particulièrement mécontenté les petits verriers du district de Charleroi ainsi que leurs ouvriers: on sait la façon dont ils viennent de manifester leur animosité à l'égard des importateurs du four bassin.

Un des types les plus perfectionnés de fours à bassin est celui de MM. Boucher aîné et Cie, à Cognac (Charente). Un bassin contenant 90 000 kilos de verre est chauffé au blanc éblouissant par deux foyers gazogènes. Une sole de fusion placée à l'une des extrémités du bassin reçoit les matières vitrifiables (sable, chaux et soude) ; ces matières coulent de là dans le bassin où elles se raffinent. Les flammes qui ont passé sur la sole de fusion entrent dans un récupérateur, pour l'échauffement de l'air destiné à la combustion du gaz. A l'autre extrémité du bassin sont disposés les ouvreaux pour le travail du verre, et, à la suite de ces ouvreaux, une longue galerie chauffée au rouge, dans laquelle circulent deux trains parallèles composés de 40 wagonets chargés de bouteilles à recuire ou de manchons de verre à vitre à réchauffer. Diverses cheminées servent à diriger instantanément la chaleur sur les points nécessaires. Pour préserver la sole de fusion en briques réfractaires de l'action corrosive du verre à haute température, on refroidit cette sole à l'aide de tubes en fer dans lesquels circule un faible courant d'eau : il se forme ainsi une croûte de verre solidifié, et la fonte se fait verre sur verre.

Les principaux avantages du four de M. Boucher consistent dans la fusion préalable des matières vitrifiantes à l'aide de la chaleur perdue, et aussi dans une modification des bassins de travail : le verre est cueilli dans des tubes en argile réfractaire de $0^{m}30$ de diamètre et $1^{m}50$ de longueur emboîtés dans les ouvreaux ; les ouvriers sont ainsi à l'abri de la chaleur et de la réverbération de la flamme.

La longueur totale du four, de la sole de fusion à l'extrémité de la galerie de recuisson, est de 30 mètres environ. Sa construction est simple, peu coûteuse : il est facile à conduire ; il donne du verre très pur et très malléable. La consommation de houille n'y est que de 55 à 60 kilos par 100 bouteilles de 700 grammes, y compris la recuisson, soit une économie de près de 70 p. c. sur les fours à creusets. L'économie réalisée sur le personnel est de 60 p. c. (1).

La fabrique de porcelaine de MM. Haviland et Cie, à Limoges et à Auteuil. — La fabrique de MM. Haviland et Cie est la principale de France pour les services de table, de toilette, etc., en porcelaine dure. En Angleterre, il n'y a guère que la fabrique Minton qui puisse rivaliser avec elle. Nous allons esquisser rapidement les principales opérations qui s'y effectuent.

(1) *Moniteur de la céramique et de la verrerie.*

Le pétrissage des pâtes qui, il n'y a pas bien longtemps, se faisait encore par le marchage, se pratique aujourd'hui à l'aide de presses et de malaxeurs à vapeur. La pâte est distribuée par des ascenseurs dans les ateliers où les pièces sont façonnées.

Les principaux ateliers sont ceux des tourneurs de tasses, des tourneurs d'assiettes et des tourneurs de plats. La main de l'ouvrier y est remplacée par des machines spéciales. Une première machine fait la « croûte », c'est-à-dire une tartine de pâte comprimée, mince et ronde ; une deuxième machine applique cette croûte sur un moule ; une troisième la presse sur le moule et façonne le pied ; une quatrième arrondit les bords. — MM. Haviland et Cie fabriquent environ 6000 assiettes par jour.

Les pièces façonnées subissent à la partie supérieure des fours une forte dessiccation, appelée « le dégourdi » ; puis elles sont trempées dans des baquets à émail, enfermées dans des cazettes en terre et empilées dans les fours de cuisson.

Ces fours sont ronds. Quelques-uns ont jusqu'à 9 mètres de diamètre extérieur et 6 mètres de diamètre intérieur. Leur capacité varie de 80 à 120 mètres cubes. La fabrique principale possède 9 fours ; on y fait au moins 450 fournées par an.

Les pièces cuites sont ensuite décorées sur émail dans les ateliers de peinture, puis recuites dans des moufles, au nombre de 21.

La fabrique possède aussi des ateliers de sculpture où l'on fait les modèles de statuettes.

MM. Haviland et Cie occupent 1100 personnes, dont 200 peintres et 100 brunisseurs. Les machines représentent une force motrice de 50 chevaux-vapeur.

La fabrique d'Auteuil s'occupe spécialement de pièces artistiques : sculptures, eaux-fortes, peintures. On y travaille non seulement sur porcelaine dure, mais aussi sur porcelaine tendre, sur grès, sur faïence fine, etc.

A Anvers, après l'exposition de la manufacture de Sèvres, celle de M. Haviland était la plus remarquable de la section française en ce qui concerne les arts céramiques. L'attention y était notamment attirée sur un nouveau genre de vases faits moitié en pâte de porcelaine et moitié en pâte de grès : le retrait avait été le même et la soudure était parfaite (1).

Les argiles réfractaires d'Andenne. — Les argiles plastiques et

(1) *Les grandes usines de Turgan*, 352e livraison.

réfractaires d'Andenne se présentent en amas ou poches dans les dépressions du calcaire carbonifère, entre Andenne et Natoye, dans le Condroz. Leur extraction occupe plus de 2000 ouvriers, répartis entre une centaine de carrières. Les veines ont en moyenne un peu plus de 2 mètres d'épaisseur. L'exploitation se fait, à une profondeur qui atteint parfois 85 mètres, par puits et galeries qu'on boise avec soin pour résister aux éboulements de sables aquifères et à l'affaissement du toit. A l'aide de couteaux à deux mains et de pioches à arracher, on découpe des blocs rectangulaires de 80 à 100 kilos. Le traînage à l'intérieur s'effectue au moyen de brouettes et de wagonets; l'extraction, à l'aide de treuils.

On distingue dans les argiles d'Andenne plusieurs variétés, tant au point de vue de la pureté qu'au point de vue de la coloration.

Les unes, grasses, sont de l'argile presque pure ; les autres, plus ou moins maigres, renferment des proportions variables de sable.

Il y en a qui sont parfaitement blanches; d'autres, grises, bleues ou noires, renfermant des matières organiques, des fougères, des lignites, etc. ; d'autres enfin sont jaunes ou rouges par suite de la présence d'oxyde de fer.

Les argiles d'Andenne ont une réputation universelle. On en expédie jusqu'en Italie et en Bohême pour la fabrication des creusets de verreries et de glaceries. Elles servent aussi pour les creusets à zinc, cornues à gaz, bonbonnes, faïences, pipes, briques, pavés, etc. (1).

Similipierre et Similimarbre. — Le similipierre est un mélange de :

Ciment ou chaux.	1 partie
Chanvre haché, crin végétal ou toute autre substance filamenteuse	1 —
Argile pétrie avec de l'huile de lin	1 —
Poudre de marbre, sable, gravier, pierre ou brique pilée	3 —

Ce mélange est arrosé avec une solution contenant 1/5 de son poids de sulfate potassique, puis pétri soigneusement. On laisse alors la prise s'effectuer.

Pour les pierres destinées à l'extérieur, on prend du ciment Portland ou un ciment mélangé de chaux hydraulique. Pour l'intérieur, on se sert quelquefois de ciment aluné.

Le similimarbre a une composition analogue. Dans du ciment blanc

(1) *Moniteur industriel.*

on incorpore de la poudre de calcaire ou de marbre et on teint la pâte avec des couleurs minérales.

Ces produits sont très compacts, se polissent et se sculptent très bien et peuvent se mouler parfaitement. Ils sont plus légers que la pierre et le marbre naturels. Leur résistance est de 161 kilos par centimètre carré (1).

Pierre ponce artificielle. — Les pierres ponces naturelles de Sicile sont aujourd'hui remplacées pour une foule d'usages par la pierre ponce artificielle fabriquée en Allemagne, en Autriche et aussi depuis quelque temps en France (Société des briques et pierres blanches).

Les pierres ponces artificielles ont une forme plus commode et plus maniable que les pierres naturelles. Leur grain est plus régulier et plus uniforme. On en fait de huit numéros, présentant chacun un degré particulier de mordant et de finesse de grain.

Pour leur fabrication, on prend :

Sable blanc, de finesse correspondant au degré que l'on veut obtenir	100 parties
Feldspath calciné et pulvérisé ou verre pulvérisé	60 à 100 —
Terre réfractaire pure	5 à 8 —

Le tout est mélangé sous des meules en fonte tournant dans une auge du même métal : on y ajoute de l'eau et on en fait une pâte qu'on coule dans des moules en plâtre. Les morceaux, retirés des moules au bout de quelques heures, sont séchés à l'air pendant plusieurs jours, puis mis dans des cazettes en terre réfractaire et cuits au four. Les fours sont à deux étages ; chaque chambre mesure 3^m de long sur 1^m80 de large et 2^m de haut. Il y a 4 foyers ; on y brûle de la houille et l'opération dure 3 heures.

La cuisson vitrifie le feldspath, et le sable se trouve ainsi aggloméré. La terre réfractaire ajoutée à la pâte n'a d'autre objet que de lui donner assez de liant pour pouvoir la transporter avant la cuisson : il faut éviter d'en employer un excès, qui rendrait difficile la vitrification du feldspath et diminuerait le mordant de la pierre. Quant aux matières vitrifiables, il faut en mettre assez pour que la cuisson puisse s'opérer à une température relativement basse, à peu près pareille à celle que nécessite la cuisson de la faïence (2).

(1) *Moniteur de la céramique et de la verrerie.*
(2) *Journal du céramiste et du chaufournier.*

Usages industriels de la magnésie. — La magnésie hydratée, extraite des eaux de la mer, ne coûte plus aujourd'hui sur le littoral que 15 à 20 francs la tonne. On l'applique à un bon nombre d'usages, parmi lesquels nous allons indiquer les principaux.

Dans les convertisseurs Thomas, au lieu d'un pisé ou de briques de dolomie calcinée, on trouve grand avantage à employer des briques ou un pisé de magnésie, beaucoup moins sujets à se détériorer. Tandis que l'on consomme par 1000 kilos d'acier obtenu 70 kilogrammes de briques dolomitiques (à 50 francs les 100 kilos), la consommation de magnésie ne dépasse pas 20 kilos (à 90 francs les 100 kilos).

Les ciments ordinaires sont attaqués par l'eau de mer, par suite de la présence dans celle-ci de sels magnésiens. La chaux libre des ciments est remplacée par de la magnésie gélatineuse qui se délaie, et de leur côté les aluminates et silicates de chaux échangent en partie leur base avec les sels magnésiens. On évite ces inconvénients en employant pour les travaux en mer des ciments faits avec de la magnésie au lieu de chaux ; la magnésie portée au rouge sombre, lorsqu'elle reprend en présence de l'eau son eau d'hydratation, donne en effet naissance à un composé très liant et très dur, susceptible même de poli.

On utilise la magnésie pour l'épuration des eaux d'alimentation des générateurs, notamment pour les eaux qui renferment du bicarbonate et du sulfate calcique. Elle réagit sur le bicarbonate calcique en formant du carbonate calcique et du carbonate magnésique. Celui-ci réagit à son tour sur le sulfate calcique et donne du carbonate calcique et du sulfate magnésique. Toute la chaux est donc précipitée, et il ne reste dans l'eau que du sulfate magnésique très soluble, ne pouvant donner lieu à aucune incrustation.

M. J.-H. Johnson fabrique avec de la magnésie pure des creusets et des cornues. La pâte est faite en mélangeant ensemble :

Magnésie calcinée à haute température et ensuite concassée grossièrement	60 à 90 parties
Magnésie caustique	40 à 10 —

Le tout est humecté d'eau contenant de l'amidon, de la farine, du carbonate potassique ou quelque autre matière agglutinante ; puis la pâte est comprimée dans des moules. Les objets ainsi obtenus sont le plus souvent soumis à une simple dessiccation ; quelquefois aussi ils sont cuits à haute température, de préférence dans un four à gaz.

M. Mallion, de Lyon, propose d'employer la magnésie caustique, au

lieu de chaux (1), pour le durcissement du plâtre : la dureté obtenue est plus grande et la blancheur plus parfaite. On ajoute au plâtre 15 à 30 p. c. de magnésie calcinée et réduite à l'état de poudre impalpable. Le mélange, gâché à l'eau, est façonné ; et les pièces, après dessiccation, sont imbibées d'une solution contenant 20 à 30 p. c. de sulfate zincique, puis lissées. Au lieu de tremper la pièce façonnée dans la solution de sulfate zincique, il est préférable encore de gâcher directement le mélange de plâtre et de magnésie avec cette solution, qu'on emploie alors moins concentrée et qui pénètre mieux à fond tout le mélange. La matière est dans ce cas employée immédiatement et lissée avant que la prise ne soit complète. On fait ainsi des statues, des moulages fins, des fleurs, des colonnes, des cheminées, etc. En se servant de moules garnis intérieurement de plaques de zinc ou de verre, on obtient des objets parfaitement polis ; et, pour imiter le marbre, il suffit de teinter une partie de la pâte. Pour les parquets, on remplace ordinairement le sulfate zincique par le sulfate ferreux, qui donne une imitation de bois (2).

Ciment de laitier de hauts fourneaux. — M. Ransome a imaginé d'abord de calciner un mélange intime de laitier et de chaux ou de carbonate calcique soigneusement pulvérisés, puis de broyer de nouveau après calcination : il a obtenu ainsi un ciment à prise rapide et très résistant.

Aujourd'hui il emploie, au lieu de chaux ordinaire, les résidus de chaux ayant servi à l'épuration du gaz d'éclairage. Seulement, pour débarrasser ces résidus du soufre qu'ils contiennent, il y ajoute en même temps que le laitier du coke ou du charbon en menus morceaux. Par la calcination, le sulfate calcique est réduit en sulfure : et celui-ci est ensuite décomposé par l'insufflation d'un jet de vapeur d'eau, lequel entraîne le soufre à l'état d'hydrogène sulfuré. La calcination s'opère dans un four tournant ; la matière sort du four à un état de division parfait ; et il n'est nullement nécessaire de pulvériser de nouveau. Les fabriques de gaz et les hauts fourneaux sont ainsi débarrassés de leurs résidus, et l'industrie des constructions se trouve dotée d'un ciment possédant des qualités supérieures à celles du ciment Portland (3).

(1) Voir notre article de juillet 1885.
(2) *Moniteur de la céramique et de la verrerie.*
(3) *Revue industrielle.*

Durcissement des pierres tendres et des enduits calcaires. — Nous avons parlé il y a quelque temps (1) de la fluosilicatisation ou *fluatation* de M. Kessler.

Un autre procédé aussi efficace et en même temps plus simple et plus économique que le précédent consisterait, paraît-il, dans le *barytage*, ou l'application sur les pierres tendres ou les enduits calcaires (plâtre) d'une solution de baryte caustique. Cette solution, grâce à sa grande fluidité, est facilement absorbée par la pierre. Il se forme du carbonate ou du sulfate barytique d'une insolubilité à peu près absolue, et de la chaux est mise en liberté. Cette chaux durcit spontanément à l'air en se carbonatant ; on peut activer sa carbonatation en arrosant avec de l'eau chargée d'acide carbonique : dans ce dernier cas la pierre ou le plâtre conservent parfaitement leur teinte naturelle, au point qu'on peut traiter par ce procédé les moulures et les sculptures les plus fines. Le barytage, aussi bien que la fluatation, préserve les murs de la formation de salpêtre (2).

Traitement des vins. — M. Guinet propose de soumettre les vins à l'action d'un froid intense, produit artificiellement dans des cylindres à l'aide d'une machine pneumatique. L'eau naturelle contenue dans le vin se transforme ainsi en petits cristaux de glace, les ferments sont détruits et se précipitent avec les matières albuminoïdes et lourdes qui étaient en suspension dans le vin. Ce dépôt est séparé par décantation, en même temps qu'on en retire une partie ou la totalité des glaçons formés ; de la sorte on élève la teneur du vin en alcool, on rehausse son arome et sa saveur, et on assure sa conservation.

Ce procédé a été essayé avec succès par le comice agricole d'Oran, et va être l'objet de nouvelles expériences de la part de l'administration française (3).

Emploi des vallonées dans les tanneries. — La vallonée est le fruit du chêne velain (Quercus ægylops), qui croît dans l'Archipel grec et l'Asie Mineure. Ce fruit se compose d'une noix (gland) et d'une cupule : celle-ci contient une quantité de tannin qui varie de 20 à 30 p. c. Ce produit est employé en grande quantité en Italie, en Autriche-Hongrie, en Allemagne et dans le Royaume-Uni, pour le

(1) Voir la livraison de juillet 1885.
(2) *Moniteur de la céramique et de la verrerie.*
(3) *Journal des expositions.*

tannage des gros cuirs et surtout pour le cuir à semelles. Les cuirs ainsi tannés sont de couleur verdâtre et cassants, différemment des cuirs tannés à l'écorce de chêne vert qui sont blancs et souples. Mais l'emploi de la vallonée est plus économique que celui de l'écorce de chêne.

La vallonée coûte 35 fr. environ les 100 kilos, soit, pour une teneur moyenne en tannin de 25 p. c., 1 fr. 40 le degré de tannin.

L'écorce de chêne, coûtant 18 francs environ dans notre pays et ne renfermant que 9 p. c. de tannin, revient à 2 francs le degré de tannin.

Les vallonées ont en outre pour les tanneurs l'avantage de fournir un cuir plus pesant.

On pourrait peut-être, sans trop nuire à la qualité des cuirs forts, employer pour leur préparation une certaine proportion de vallonée mélangée avec l'écorce de chêne vert.

Les vallonées sont quelquefois appelées dans le commerce « gallons du Levant » (ne pas confondre avec les noix de galles, qui sont engendrées par la piqûre d'un insecte) : les tarifs de chemins de fer les désignent sous le nom d'avélanèdes ou vélanèdes (1).

Épuration des eaux de lavage des laines en suint. — Avant d'être livrées au travail mécanique dans les manufactures, les laines brutes sont soumises aux opérations de désuintage et de dégraissage.

Le désuintage consiste dans un simple trempage à l'eau, en vue d'enlever à la laine la partie la plus soluble du suint qui l'imprègne.

Le dégraissage s'affectue avec l'aide du savon et du carbonate sodique ; il a pour but de débarrasser la laine des graisses insolubles et des impuretés diverses qui y sont restées attachées.

Les eaux de désuintage sont simplement évaporées dans des fours spéciaux, d'après les procédés de MM. Maumené et Rogelet ; et le résidu, après calcination, est transformé en potasse.

Quant aux eaux de dégraissage, on n'avait pas, malgré les efforts nombreux tentés dans ce but, trouvé jusqu'ici le moyen de les utiliser : ce liquide trouble, mousseux et alcalin, venait le plus souvent envaser les canaux et les rivières et altérer profondément la qualité des eaux.

MM. J. Delattre, père et fils, à Dorignies-lez-Douai, sont enfin parvenus à épurer ces eaux de dégraissage d'une manière satisfaisante,

(1) *Journal des expositions.*

de façon à pouvoir désormais sans inconvénient les laisser s'échapper dans les cours d'eau.

Voici les teneurs en grammes, par litre, en matières solubles et insolubles, de ces eaux avant et après l'épuration :

			Avant l'épuration.	*Après l'épuration.*	
Matières insolubles	Organiques	30.46	32.30	. . . . .	
	Minérales	1.84			
Matières solubles	Organiques	2.25	4.35	0.35	2.35
	Minérales	2.10		2.00	
	Total		36.65		2.35

L'eau épurée est parfaitement limpide ; sa couleur est légèrement ambrée, par suite de la quantité très faible de matières organiques (suint) qu'elle retient encore ; les matières minérales qui y restent dissoutes consistent principalement en chlorures calciques et alcalins.

Le traitement comprend d'abord le dépôt mécanique des sables et puis, pour la séparation des matières en suspension ou en dissolution, un procédé chimique basé sur l'emploi de l'acide chlorhydrique et de la chaux.

L'eau trouble, sortant des bacs de lavage par des soupapes placées à la partie inférieure de ces bacs, est introduite d'abord par un conduit fortement incliné dans une citerne en maçonnerie élevée sur le sol, ayant 2 mètres de hauteur et une superficie de 25 mètres, et munie intérieurement de cloisons en chicane : c'est la « citerne à sables ». Il s'y produit un dépôt rapide de corps lourds qui la remplissent en une quinzaine de jours. Une seconde citerne semblable fonctionne pendant le nettoyage de la première.

L'eau passe ensuite dans une autre citerne de la même profondeur que la précédente, mais d'une surface beaucoup plus grande, où se déposent lentement les sables légers, tandis que quelques graisses remontent à la surface.

Au moyen d'une pompe, les eaux sont alors transvasées dans une rigole munie de chicanes où arrive d'autre part un filet d'acide chlorhydrique ou de chlorure ferrique ; et le mélange des deux liquides tombe dans une grande citerne analogue à celle des sables légers et appelée « citerne acidulée » ou « citerne à graisses ». Les savons alcalins renfermés dans les eaux sont transformés en chlorures alcalins et acides gras libres. Ceux-ci viennent flotter à la surface et former une couche qui, au bout de six mois, remplit presque complètement la citerne. Pour obtenir une décomposition complète des graisses, on a soin d'employer un léger excès d'acide.

La citerne acidulée communique, par un tuyau partant du fond, avec un mélangeur où l'eau est additionnée d'un lait de chaux en léger excès sur la quantité nécessaire pour la saturation de l'excès d'acide ; puis le liquide est admis dans une citerne de décantation de la même contenance que la précédente et dite « citerne neutralisée », où se déposent les matières calcaires en suspension, et avec elles les dernières portions des produits insolubles que l'action de la chaux a rendus floconneux et cohérents. Les eaux débordant de la citerne sont parfaitement épurées.

MM. Delattre ont réussi également à utiliser les sous-produits de l'épuration.

Les sables lourds contenant :

Eau	50 p. c.
Graisse	20 —
Matières minérales. . .	30 —
	100

constituent, après dessiccation dans de grands réservoirs en terre, un engrais excellent, riche en potasse, azote, ammoniaque, etc.

Les dépôts légers sont employés à la fabrication du gaz d'éclairage.

Les produits gras de la cuve acidulée, après avoir été pressés, sont utilisés pour l'ensimage du jute, ou pour la fabrication des allumettes-bougies, de certains savons, de graisses à voitures, etc.

MM. Delattre traitent journellement 20 000 kilos de laine brute et évacuent 1500 à 2000 mètres cubes d'eau de lavage. L'ensemble de l'installation qu'ils ont créée pour l'épuration de ces eaux occupe une superficie de 10 000 mètres carrés ; elle leur a coûté 45 000 francs environ. Le prix de revient du mètre cube d'eau épurée est de 5 centimes à peu près ; le coût de cette opération au kilogramme de laine peignée est d'environ 1 centime.

On retire ainsi de la laine brute les produits suivants :

Laine dégraissée.	40 » p. c.
Potasse.	4.50 —
Acides gras	14 » —
Terres, sable, humidité . . .	41.50 —
Total . .	100 » (1)

J. B. André.

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement.*

INVERTÉBRÉS

L'existence d'yeux composés chez les Oursins (1). — Les organes des sens sont bien peu développés chez les Échinodermes, ou du moins on en connait peu de chose ; les pieds ambulacraires et les tentacules qui entourent la bouche servent très probablement au toucher ; à l'origine des troncs nerveux radiaires il y a chez certaines Holothuries, les Synaptes, des vésicules qui ont été regardées comme auditives. Chez les Astéries on trouve de véritables yeux placés au sommet des bras ; quant aux oursins, on ne leur connaissait jusqu'à présent que des amas de pigment situés précisément à des places homologues de l'extrémité des bras des Astéries, sur des plaques appelées ocellaires ; aussi Gegenbaur regarde les taches pigmentaires des oursins « comme un état rétrograde des yeux des Astéries ».

Mais voici qu'une découverte récente vient de révolutionner complètement les vues des zoologistes. MM. Sarasin viennent d'observer sur un oursin de Ceylan, qui est problabement *Diadema setosum*, des taches bleues de dimensions variables ; les unes sont disposées sur les plaques génitales, d'autres longent les gouttières ambulacraires ; d'autres encore entourent la base des piquants interambulacraires.

Vues au microscope, ces taches apparaissent comme une mosaïque formée d'hexaèdres, qui rappelle vivement l'aspect des yeux composés des Arthropodes : à chaque contour polyédrique externe correspond une pyramide recouverte d'un épithélium mince et cilié, que nos auteurs interprètent comme une cornée ; la pyramide est formée de nombreuses cellules dont le contenu est clair et fortement réfringent, ce qui autoriserait à y voir autant d'éléments cristalliniens : il y a un revêtement cellulaire bas sur chaque pyramide, à son extrémité proximale ; c'est peut-être une rétinule ; les pyramides sont entourées jusqu'à la moitié de leur hauteur par une coupe pigmentée, une véritable choroïde.

Enfin, chaque ensemble de ces formations repose sur un plexus nerveux de la peau.

Bref, si les observations de nos auteurs sont exactes, chaque pyramide serait un œil simple.

(1) *Zoologischer Anzeiger*, 14 décembre 1885.

Les Oursins auraient donc, eux aussi, des yeux composés, comme les Arthropodes ! Cette interprétation est confirmée, semble-t-il, par le fait physiologique suivant : quand on approche la main de l'Oursin en question par le haut ou latéralement, on le voit diriger d'une façon menaçante ses longs piquants vers la région qui va être touchée.

Hoploparia Muncki (1). — M. Pelseneer propose ce nom pour une nouvelle espèce du genre Hoploparia provenant de la craie phosphatée des environs de Mons : c'est le premier Crustacé qu'on ait découvert dans le bassin crétacé du Hainaut. La gangue qui enveloppe l'animal n'en laisse voir que le côté gauche : presque tous les appendices manquent, ainsi que la partie antérieure du céphalothorax : toute la région du céphalothorax correspondant au branchiostégite est tombée, mais cet accident est heureux puisqu'il permet de voir une grande partie de l'appareil respiratoire, dont la connaissance est si importante pour la distinction des familles chez les Crustacés.

L'inspection la plus superficielle de l'animal montre que c'est un Décapode macroure ; de plus il appartient au groupe des Astacomorphes; en effet : 1° Il y a six paires de branchies fixées sur les articles basilaires des appendices correspondants (podobranchies).

2° Il possède un sillon cervical traversant le grand sillon longitudinal médian du céphalothorax. Comme ces lignes délimitent des régions viscérales, elles acquièrent une véritable valeur anatomique et doivent être prises en considération plus que de simples accidents du test.

3° Les pleurons ou lobes latéraux du deuxième anneau abdominal sont plus grands que ceux des autres et chevauchent sur ceux du premier.

4° Une suture transversale divise, à sa partie périphérique, l'exopodite du sixième appendice de l'abdomen.

Dans la position de gisement, l'animal est long de 93 millimètres; mais, si l'abdomen était étendu, la longueur serait de 11 à 12 centimètres, encore ne tient-on pas compte du rostre qui a disparu, naturellement, avec le bord antérieur du céphalothorax.

Très probablement il s'agit d'un mâle, vu le peu de largeur de l'abdomen.

Tous les appendices céphalothoraciques font défaut ; des autres il ne reste que la rame gauche du sixième somite abdominal ; avec son

(1) *Bulletin du musée royal d'histoire naturelle*, t. IV, 1885.

homologue du côté droit et avec le telson ou somite terminal du corps des crustacés, il forme la puissante nageoire caudale des macroures.

On voit sa pièce basale ou protopodite et ses deux lames latérales, l'endopodite et l'exopodite.

De l'appareil respiratoire on voit la rangée externe constituée par six branchies conservées presque intégralement ; comme le bord du céphalothorax cache la pièce basale et que la lame épipodique est masquée par la plume branchiale, celle-ci est la seule partie visible de toute la branchie.

Examinée à la loupe, la surface des branchies apparaît couverte de granulations fines et nombreuses : ce sont simplement les terminaisons des filaments qui composent la plume branchiale ; ils devaient donc être serrés et former une masse compacte.

Or, d'après la structure de l'appareil respiratoire, Huxley a établi trois familles parmi les Astacomorphes *vivants :* les Parastacidæ, les Potamobiidæ et les Homaridæ.

Mais, quand il s'agit d'un Astacomorphe fossile, il est impossible de décider à quelle famille il appartient si l'on ne peut observer l'appareil respiratoire ; aussi, pour les paléontologistes, les Astacomorphes ne constituent qu'une seule famille, puisque leur appareil respiratoire est toujours caché.

Heureusement, ainsi que nous l'avons rapporté, un accident a mis à nu cet appareil et M. Pelseneer trouve qu'il se rapproche beaucoup, chez Hoploparia, de celui des Homaridæ.

La digestion chez les Céphalopodes (1). — 1° Comment les Céphalopodes digèrent-ils les hydrates de carbone ? A première vue, il paraît inutile de se poser cette question, attendu que les Céphalopodes sont des mollusques exclusivement carnivores ; mais M. Bourquelot, qui a entrepris des recherches très minutieuses sur la digestion de ces étranges bêtes, rappelle judicieusement que la viande ne contient pas seulement des aliments protéiques mais encore une matière hydrocarbonée, le glycogène, qui est vértiablement une dextrine animale. On sait que cette substance se dédouble en maltose, en dextrines et en glucose sous l'influence de la salive ou du suc pancréatique des Vertébrés.

Mais les animaux dont se nourrit le poulpe contiennent-ils du glycogène comme la viande des Vertébrés ? M. Bourquelot a choisi, parmi

(1) *Archives de zoologie expérimentale et générale,* n° 1, 1885.

les proies habituelles du mollusque, un crabe, Portunus puber, et un acéphale, Mytilus edulis ; ses analyses lui ont montré que le glycogène existe dans tous les deux. D'après Bizio, il y en a aussi dans Cardium edule et dans Ostrea edulis, deux bivalves qui figurent dans l'alimentation des poulpes.

M. Bourquelot a ensuite essayé sur ce glycogène l'action de la diastase contenue dans le liquide hépatique du poulpe, et il a démontré qu'elle dédoublait le glycogène avec une intensité presque égale à celle de la salive humaine ou de la diastase contenue dans l'orge germée ; on peut représenter le dédoublement du glycogène respectivement par les chiffres 48, 46 et 38 selon que l'opération est provoquée par la salive humaine, par la diastase hépatique du poulpe et par la diastase de l'orge germée.

2° Le suc intestinal du poulpe ne peut intervertir ni le sucre de canne, ni le maltose, contrairement à ce qui se passe chez les animaux supérieurs et même chez le petit nombre d'invertébrés qu'on a expérimentés à cet égard.

3° Par quel suc les aliments protéiques sont-ils digérés ? M. Jousset de Bellesme pense que la sécrétion des glandes salivaires inférieures dissocie les faisceaux musculaires primitifs et peut même dissoudre le sarcolemme et les tendons.

Cette dissociation arrive réellement, mais l'eau distillée peut tout aussi bien la provoquer, d'après M. Bourquelot ; aussi, d'accord avec MM. Krukenberg et Frédéricq, pense-t-il que la salive des glandes inférieures est sans action sur les aliments protéiques ; cette salive, comme celle des glandes supérieures, se borne à intervenir dans la mastication et dans la déglutition.

Dès lors la digestion des aliments albuminoïdes ne peut être due qu'au liquide sécrété par le « foie » des Céphalopodes.

Ici le problème se complique. Cette digestion doit-elle être comparée à l'action du suc gastrique des animaux supérieurs ou à leur digestion pancréatique ?

Dans le suc stomacal, le ferment qui digère les matières protéiques s'appelle pepsine ; on donne le nom de trypsine à celui qui est contenu dans le suc pancréatique et qui jouit de la même propriété.

On peut donc poser la même question sous un autre énoncé : le suc du « foie » des céphalopodes doit-il ses propriétés à la pepsine ou à la trypsine ?

Cette fois, il est facile de trouver une solution ; en effet :

a) L'apparence que la digestion donne à une substance albuminoïde

déterminée n'est pas la même selon qu'elle est attaquée par la pepsine ou par la trypsine.

b) Les produits fournis par la digestion d'une même matière ne sont pas les mêmes avec les deux ferments.

c) Certaines substances albuminoïdes résistent à l'un des ferments et sont dissoutes par l'autre.

Or les essais de M. Bourquelot lui ont montré que la digestion provoquée par le liquide hépatique des céphalopodes ressemblait, par les apparences et par les produits de dédoublement, à l'action du suc pancréatique des animaux supérieurs et non pas à leur digestion stomacale. Cependant l'auteur a décelé la présence de la pepsine, à côté de la trypsine, dans la sécrétion du « foie » des céphalopodes, mais il est parvenu à démontrer que cet autre ferment n'est pas utilisé par le mollusque, parce que l'acidité de son suc digestif est extrêmement faible ou du moins insuffisante pour déterminer l'action pepsique.

4° Digestion des graisses. Au dire de M. Jousset de Bellesme ces substances ne seraient pas digérées par les poulpes ; cependant M. Bourquelot a constaté qu'elles étaient émulsionnées dans leur estomac, grâce, encore une fois, aux sucs hépato-pancréatiques.

Claude Bernard l'avait déjà constaté, d'ailleurs sans insister, sur le calmar ; les expériences de M. Bourquelot sur le poulpe et la seiche ont amené la même conclusion.

Les graisses sont-elles dédoublées par la sécrétion digestive du poulpe ? Notre auteur a trouvé qu'après leur émulsion elles avaient une réaction faiblement acide ; cependant elle n'est due, pense-t-il, qu'à un dédoublement partiel, contrairement à ce qu'ont avancé Claude Bernard et Berthelot : son affirmation cadre, en ce qui concerne ce point, avec ce que M. Plateau a montré pour l'Épéire diadème.

Ainsi donc, le liquide sécrété par le « foie » des céphalopodes détermine, seul, la digestion des trois grandes catégories d'aliments. C'est M. Plateau qui a supposé, le premier parmi les physiologistes, qu'une digestion complète pouvait s'effectuer en l'absence de tout suc gastrique, « en accordant plus de prépondérance aux sécrétions pancréatique et intestinale » (1).

Le grand chimiste Hoppe-Seyler est arrivé à peu près à la même conclusion en étudiant la digestion chez l'écrevisse.

(1) Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones, 1877. Mémoire sur la digestion chez les insectes, 1874.

Notre auteur, passant à des considérations morphologiques très élevées, se demande si la glande digestive des céphalopodes est heureusement nommée quand on l'appelle le foie.

Chez les animaux supérieurs la glande de ce nom est très nettement caractérisée par le glycogène qu'elle fabrique ainsi que par la présence de mucine, de cholestérine, de pigments très particuliers et d'acides spéciaux.

Quant au prétendu foie du poulpe, il renferme incontestablement du glycogène, mais en petite quantité seulement, de la mucine et une matière grasse en grande proportion, comme le foie des animaux supérieurs, mais il ne contient pas de cholestérine, pas d'acides biliaires, pas de pigments biliaires, comme l'avaient déjà reconnu MM. Krukenberg et Frédéricq. Nous sommes donc en présence d'un organe qui rappelle le foie des animaux supérieurs, sans lui ressembler complètement. En même temps il contient de la leucine et de la tyrosine, comme le pancréas des vertébrés, et par la trypsine il rappelle plus vivement encore cette dernière glande.

Le fait qu'il sécrète de la pepsine le rapproche aussi des glandes stomacales.

Bref on doit plutôt regarder l'organe en question comme un *hépato-pancréas*. Nous sommes loin, comme on voit, de l'opinion de Cl. Bernard : « Malgré les modifications que les fonctions et les organes digestifs éprouvent dans la série des animaux, dit-il dans ses leçons de physiologie expérimentale, on doit toujours retrouver les mêmes liquides doués d'action déterminée, sécrétés par des organes physiologiques identiques et ne pouvant être suppléés par aucun autre... Si l'organe manque, la fonction qu'il accomplissait manque également. »

Pourtant, observe très judicieusement M. Bourquelot, « chez le céphalopode l'un des organes glandulaires annexés au tube digestif des vertébrés manque certainement, puisqu'il n'y en a qu'un, et celui-ci cependant remplit des fonctions multiples. »

On objectera peut-être que le « foie » des céphalopodes peut contenir des éléments histologiques de plusieurs sortes et de propriétés différentes. Ne présente-t-il pas quelque chose d'analogue à ce qui a été trouvé par Weber, puis confirmé par le P. Legouis chez la carpe ? Le foie de ce poisson est constitué par des tractus hépatiques mêlés intimement à des îlots pancréatiques, et il possède une double série de canaux évacuateurs réservés les uns à la bile, les autres au suc pancréatique.

Ou, mieux encore, ne peut-on pas comparer le foie du poulpe à celui

des Arions, des Limax et des Hélix, dans lequel Barfurth a décelé des éléments de trois catégories, notamment des cellules hépatiques et des cellules à ferments ?

A ces deux questions il faut répondre négativement ; le foie des Céphalododes n'a qu'une série de canaux excréteurs, et d'autre part M. Livon (1) a montré que cet organe est constitué par des cellules très uniformes.

La force des muscles fléchisseurs de la pince des crustacés (2). — C'est toujours avec grand plaisir et grand profit qu'on lit un article de notre savant compatriote M. Plateau : nous avons déjà analysé ici un de ses travaux traitant de la force absolue des muscles adducteurs des Lamellibranches ; cette fois, le professeur de Gand a choisi ses sujets d'étude parmi les arthropodes, et il s'est adressé au crabe commun, Carcinus mœnas et au tourteau, Platycarcinus pagurus.

Son travail contribue à trouver une solution à ce grand problème de physiologie comparée : « La contractilité de la fibre musculaire est-elle à peu près la même dans toute la série animale, ou varie-t-elle notablement ? »

Quand on étudie la force des muscles, on peut se placer à trois points de vue très différents.

1° On peut ne tenir compte ni des dimensions des muscles ni du nombre des éléments contractiles qu'ils contiennent ; par cette méthode peu rationnelle, on attribue une force énorme, au sens vulgaire du mot, aux mollusques, aux insectes et aux crustacés, ainsi que le montrent les quelques chiffres suivants qui expriment le rapport entre le poids qui fait équilibre à l'action d'un petit nombre de muscles spéciaux et le poids du corps tout entier :

Homme, à 30 ans, serrant le dynamomètre avec les deux mains	1,39
Id. id. id. avec la main droite.	0,74
Chien, rapprochant les mâchoires	8,25
Crocodilus galeatus, id.	12,72
Carcinus mœnas, fermant la pince droite.	28,49
Venus verrucosa, rapprochant les valves.	382,00
Pectunculus glycimeris, id.	492,00

D'après les chiffres contenus dans les 2e et 5e lignes, il faudrait

(1) *Journal de l'anatomie normale et pathologique*, 1881.
(2) *Archives de zoologie expérimentale et générale*, no 2, 1885.

admettre qu'un crabe, en fermant la pince, fait un effort quarante fois plus considérable que quand nous serrons la main avec force.

Pour ce qui concerne les Lamellibranches, M. Plateau a déjà fait justice, dans une étude antérieure, de leur apparente supériorité musculaire, et il y a montré que, dans beaucoup de cas, la force absolue par centimètre carré de leurs muscles adducteurs est voisine des valeurs trouvées pour les vertébrés supérieurs.

2° On peut encore déterminer la *capacité de travail* de quelques muscles et l'évaluer en kilogrammètres ainsi que l'ont fait MM. Delbœuf (1) et Mansion (2), mais les recherches, conduites dans ce sens, ne nous renseignent pas encore sur *la force de contraction de la fibre musculaire*.

3° M. Plateau, lui, s'est proposé de rechercher la valeur relative de la force absolue ou statique d'un muscle. « Elle est mesurée, dit-il, par le poids qui fait exactement équilibre à la contraction de ce muscle ; en d'autres termes, un muscle étant fixé par une de ses extrémités et des poids étant suspendus à l'extrémité opposée, la force absolue est mesurée par le poids maximum que ce muscle en action peut soutenir sans s'allonger ni se raccourcir. »

Après avoir essayé en vain des expériences de traction sur des crabes, il s'est adressé à la contractilité des muscles de la pince chez Carcinus et Platycarcinus.

Cet organe se compose du propodite ou article fixe qui renferme les muscles moteurs, et de l'article mobile ou dactylopodite.

Le crabe en expérience est fixé sur une planchette, la tête en bas : l'article fixe — placé supérieurement — de la pince à observer est assujetti par la boucle d'un fil de laiton qui remonte ensuite et, par son autre bout, est fixé à un clou ; à l'article mobile, près de son articulation sur le propodite, on attache un autre fil de laiton portant un plateau sur lequel on dépose des poids, puis de la grenaille de plomb jusqu'à ce que la pince commence à s'ouvrir : à ce moment on excite l'animal ; furieux, le crabe ferme la pince avec le plus de force qu'il peut déployer, aussi peut-on encore ajouter des poids jusqu'à ce qu'il ne soutienne plus, cette fois, le plateau que pendant un temps très court.

Cela fait, on pèse le fil, le plateau, les poids et la grenaille ; on

(1) *Nains et Géants. Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1882.
(2) *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1883.

mesure soigneusement les deux bras de levier, celui des muscles et celui des poids qui ont servi à l'opération.

Voici quelques résultats des expériences du professeur de Gand :

Carcinus mœnas, de grande taille ; poids moyen soutenu par centimètre carré de muscle fléchisseur de la pince droite, 858 grammes.

Le même, pince gauche, 1336gr, 7.

Carcinus mœnas de petites dimensions ; pince droite 961gr, 6 ; pince gauche 1181gr, 2.

Platycarcinus pagurus, pince droite 688gr, 9 ; pince gauche, 1026 grammes.

A la suite de ses études comparatives, M. Plateau conclut que, si « la force absolue des muscles adducteurs des mollusques lamellibranches est comparable tantôt à celle des muscles des mammifères, tantôt à celle des muscles les mieux doués de la grenouille, la force absolue des muscles de la pince des crustacés, notablement inférieure, ne peut être mise en parallèle qu'avec celle des muscles de grenouille qui ont fourni les résultats les plus faibles. »

Cette conclusion et la faiblesse relative des chiffres cités plus haut surprennent certainement quand on songe à la vive douleur causée par la pince des crustacés aux imprudents qui se laissent saisir; mais, par un appareil des plus ingénieux, M. Plateau a démontré d'une façon irréfutable l'inanité de cette objection.

Les Scorpions siluriens (1). — On n'a pas oublié la profonde sensation que causa dans le monde savant, en 1885, la découverte dans les roches siluriennes de la Scandinavie d'un scorpion que M. Lindström appela Paleophonus nuncius. A peine était-il signalé qu'on retirait, des roches siluriennes également, deux fossiles voisins de Paleophonus, et cela dans deux gisements très éloignés, en Écosse et en Amérique.

MM. Lindström et Thorell ont consacré un grand mémoire à Paleophonus ; nous allons en extraire quelques détails pouvant intéresser le lecteur. Le scorpion scandinave a été trouvé dans de l'argile marneuse appartenant au sommet du terrain silurien ; il n'en reste que la mince

(1) *On Silurian Scorpion from Gotland*, by T. Thorell and G. Lindström, Stockholm, 1885.

On a fossil Scorpion from the silurian rocks of America, in *Bulletin of the American Museum of natural history*, octobre 1885.

Ancient air-breathers, in *Nature*, 29 janvier 1885.

enveloppe, mais elle est si bien conservée qu'on en peut reconnaître toute la fine ornementation. La forme générale du corps, la structure des mandibules et des palpes, le nombre des articles des pattes ambulatoires, bref tous les caractères essentiels sont bien ceux des scorpions.

L'articulation particulière de la queue montre évidemment que Paleophonus pouvait, comme ses congénères actuels, recourber l'extrémité de l'abdomen en avant et au-dessus du corps et tuer ainsi les animaux dont il faisait sa proie.

Les scorpions contemporains ne ressemblent d'ailleurs pas complètement à Paleophonus ; celui-ci s'en écarte par des points importants, ainsi que sa description va le faire voir.

Le céphalothorax est presque carré : dans le voisinage de son bord antérieur se trouve le tubercule oculaire, mais les auteurs n'ont pas découvert la moindre trace d'yeux dorsaux, non plus que des latéraux : ils doutent même si Paleophonus en était pourvu : au contraire, le fossile écossais décrit par le Dr Hunter en possédait.

A cette première région du corps appartiennent : 1° Les mandibules ou chélicères avec deux doigts, en très bon état de conservation ;

2° Les palpes longs et puissants dont l'article coxal, jouant le rôle de mâchoire, est malheureusement caché avec presque toute la face ventrale ; la pince de ces palpes montre le doigt interne fixe et l'externe mobile ;

3° Quatre paires de pattes ambulatoires. Leur extrémité est aiguë et privée des deux pointes mobiles dont sont pourvus les autres scorpions.

Dans les différentes paires de membres marcheurs, les segments, sauf la coxa et le dernier article tarsal, sont cylindriques ; au contraire, dans les scorpions récents, les fémurs et les tibias sont comprimés et plus longs que chez Paleophonus.

Ces pattes paraissent avoir été dirigées, quand l'animal marchait, dans la même direction que celles des scorpions actuels ; mais elles semblent n'avoir été pliées qu'une fois en avant, et non pas deux fois.

Par suite du gisement du spécimen, de très nombreux organes de la plus haute importance sont malheureusement soustraits à l'observation : les bases des palpes et des pattes ambulatoires, la plaque sternale, les parties ventrales des deux premiers segments abdominaux avec la plaque génitale ou opercule et les peignes.

Il est vrai que ces lacunes sont comblées, en partie du moins, par l'exemplaire d'Écosse, qui, exposant sa face ventrale, laisse voir

un métasternite, les coxæ, les yeux médians, le labre, l'opercule et les peignes.

Toute la face ventrale du Paleophonus scandinave n'est d'ailleurs pas cachée ; grâce à une compression du spécimen, on voit une pièce triangulaire qui est sans aucun doute l'extrémité droite de la plaque ventrale du troisième segment abdominal ; elle porte le stigmate ou spiraculum, très distinct, dans la même position et avec la même forme que chez les scorpions contemporains ; sur la gauche on aperçoit ce qui est très probablement une partie de la 4e plaque abdominale et une petite région des écussons ventraux des 5e et 6e segments de l'abdomen.

La queue est longue et robuste ; son sixième anneau, la vésicule à venin, est court ; sa forme diffère de celle des segments précédents, moins toutefois que chez les scorpions actuels ; son axe paraît avoir à peu près la même direction que celui du somite précédent, tandis que, de nos jours, la vésicule à venin est tournée en haut et même en avant, formant avec le 5e anneau un angle droit, parfois même aigu.

Quelles sont les affinités de Paleophonus avec les autres scorpions ? Certes, elles sont grandes et nombreuses, mais elles sont accompagnées de divergences très marquées.

1° Dans tous les scorpions, aussi bien ceux du carbonifère que ceux qui vivent aujourd'hui, les pattes ambulatoires sont longues et grêles; les trois articles du tarse sont sensiblement de la même épaisseur, le dernier d'entre eux est cylindrique, émoussé et armé de deux griffes mobiles.

Or, chez Paleophonus, ces pattes sont courtes et trapues ; le tarse s'amincit graduellement et son troisième joint est long, franchement conique et dépourvu de griffe ; si toutefois il en existe une, elle devait être petite et immobile.

Ce type de pattes n'est pas reproduit dans les embryons des scorpions actuels ; il n'est pas présenté non plus par les scorpions carbonifères. On le retrouve cependant dans l'embranchement des Articulés, mais en dehors des Arachnides, par exemple dans l'embryon des Limules et de quelques insectes, dans les Eurypteridae, dans plusieurs Décapodes, etc.

La divergence est tellement marquée que l'on n'assimilerait pas le fossile silurien aux Arachnides sans les concordances que nous avons résumées en commençant.

2° Chez Paleophonus, à en juger d'après le spécimen écossais, les

articles coxaux de la 4e paire de pattes seule arrivent à toucher la plaque sternale, limitée antérieurement par les coxæ de la 3e paire : chez les autres scorpions, les hanches des paires 3 et 4 aboutissent latéralement au sternum, bordé en avant par les coxæ de la 2e paire.

3° En travers du céphalothorax, parallèlement aux articulations des plaques dorsales de l'abdomen, il y a chez le scorpion silurien une gouttière profonde qui témoigne d'une condition archaïque. En effet, pour former le céphalothorax des scorpions et de tous les arachnides, quatre segments thoraciques se confondent entre eux et se fusionnent avec la tête. Chez Paleophonus, la coalescence n'était pas aussi complète qu'aujourd'hui; le sillon transversal mentionné plus haut séparait précisément l'un de l'autre les deux somites thoraciques postérieurs.

4° Les plaques dorsales antérieures de l'abdomen sont plus longues dans Paleophonus que dans les scorpions modernes : par sa forme le dernier segment de sa queue ne diffère pas aussi notablement des antérieurs que chez tous les autres scorpions, ce qui prouve encore une organisation moins différenciée.

Il faut remarquer que, par un point très important, Paleophonus se rapproche plus de ses congénères actuels que de ceux du carbonifère : son sternum n'est formé que par une seule plaque, tandis qu'on en compte 3 ou 4 chez les scorpions carbonifères.

Il est à désirer, pour qu'on puisse juger avec plus de probabilité les affinités du fossile silurien, qu'on connaisse mieux sa face ventrale.

Quoi qu'il en soit, Paleophonus oblige les zoologistes à remanier la classification des scorpions. D'après Corda, on les divise en *Opisthophthalmi* dont les yeux dorsaux sont situés derrière les latéraux, et en *Prosophthalmi* dont les yeux dorsaux précèdent les latéraux ; ce dernier groupe comprenait seulement Cyclophthalmus senior, l'unique scorpion fossile qu'on connaissait alors.

Depuis, on a découvert les *Eoscorpii*, qui sont très proches de Cyclophthalmus, mais dont les yeux dorsaux sont situés *entre* les deux groupes des latéraux.

Aussi MM. Thorell et Lindström proposent de partager plutôt les scorpions en deux sous-ordres : 1° celui des *Apoxypodes*, dont le dernier article tarsal s'amincit graduellement et ne porte pas de griffe ; il ne comprend jusqu'ici que la famille des Paleophonidæ et n'est connu que dans le silurien : 2° les *Dionychopodes*, avec deux griffes mobiles sur l'extrémité du dernier joint tarsal, qui à leur tour se divisent en deux séries, celle des *Anthracoscorpii* du carbonifère,

comprenant les Cyclophthalmi et les Eoscorpii, et celle des *Neoscorpii*, tertiaires ou récents.

MM. Lindström et Thorell abordent ensuite une des questions les plus palpitantes de la zoologie actuelle. Les Mérostomes, tels que le Limule ou crabe des Moluques et les Trilobites, doivent-ils être maintenus parmi les crustacés, ou faut-il les ranger désormais avec les Arachnides, ainsi que le proposent MM. Ed. Van Beneden, Ray-Lankester, Mac Leod, Peach, etc. ?

Nous avons autrefois présenté ici les arguments qui militent en faveur de la dernière thèse : aujourd'hui nous résumerons la réplique de MM. Lindström et Thorell.

1° Les pattes abdominales présentes dans l'embryon de Limulus forment en se développant l'opercule et les appendices lamelleux branchifères de l'adulte.

D'autre part, on prétend que la plaque génitale et les peignes pectoraux des scorpions dérivent respectivement de la 1re et de la 2me paires de pattes abdominales qui existent pendant l'âge embryonnaire.

S'il en est ainsi, on doit considérer la plaque génitale et les peignes du scorpion comme les homologues de l'opercule et de la première paire d'appendices abdominaux des Mérostomes.

Mais MM. Lindström et Thorell pensent que la plaque génitale des scorpions n'est que le sternite du premier anneau de l'abdomen.

2° Sans doute, le nombre et souvent aussi la forme des segments, sont les mêmes chez les mérostomes et chez les scorpions ; dans Eurypterus obesus, dans E. Scorpioïdes, la partie postérieure du corps est même soudainement rétrécie comme chez les scorpions.

Mais un grand nombre de crustacés indiscutables, les copépodes par exemple, ne concordent-ils pas aussi avec les scorpions par le nombre des somites ?

Les copépodes n'ont-ils pas, précisément comme les mérostomes et les scorpions, un segment, le telson, placé derrière l'anus ? Proposera-t-on de les ranger, eux aussi, parmi les Arachnides ?

On ne doit pas oublier que, dans la classe des crustacés, aussi bien que dans celle des Arachnides, le nombre des segments du corps est très variable ; aussi ne faut-il pas accorder une trop grande valeur à la ressemblance qui existe à ce point de vue entre les mérostomes et les scorpions.

3° Pour dresser une classification rationnelle des Articulés, on doit attribuer une importance plus grande au nombre et à l'arrangement des appendices du céphalothorax.

Or, à première vue, la ressemblance est encore frappante entre les scorpions et les mérostomes ; tous ont six paires d'appendices à cette région.

Mais, chez les derniers, *tous entourent la bouche, et leurs articles coxaux prennent part à la mastication*, sauf ceux de la première paire : au contraire, *les hanches de la 2e paire seule des scorpions sont véritablement des organes masticateurs.*

4° On ne peut pas prendre en considération la forme des pattes ambulatoires et spécialement de leur article terminal chez Paleophonus, attendu que, si elle s'observe chez beaucoup de crustacés, elle se rencontre aussi chez les Arthropodes les plus variés.

5° Une comparaison raisonnable ne peut être établie entre les yeux composés des mérostomes et les yeux simples des scorpions.

6° Il y a des glandes coxales chez les scorpions et chez les Limules, mais chez les Acariens on a découvert des glandes supracoxales qui ont été comparées, avec raison, aux organes segmentaires des Vers et aux glandes coxales des Limules et des scorpions. Faudra-t-il, pour cela, rapprocher étroitement les Acariens, eux aussi, des Limules et des scorpions?

Les différences, on le voit, sont très tranchées ; cependant on ne peut nier qu'il y ait des caractères importants communs aux deux groupes, notamment la présence d'un entosternite fibro-cartilagineux dans le céphalothorax, et une certaine analogie dans la structure des organes reproducteurs.

Quelque grande que soit la ressemblance, elle est fortement atténuée par l'organisation de l'appareil respiratoire et par le fait que les scorpions et tous les Arachnides supérieurs sont pourvus de vaisseaux de Malpighi, tandis que les mérostomes et tous les crustacés indiscutables en sont privés (1).

En résumé, MM. Lindström et Thorell ne trouvent ni dans l'organisation ni dans le développement des mérostomes de raisons suffisantes pour les éloigner des crustacés ; de plus, la découverte de Paleophonus renverse l'hypothèse d'après laquelle les scorpions descendraient directement des mérostomes, puisqu'elle montre le phylum des scorpions s'étendant aussi loin dans le temps que celui des mérostomes.

A. Buisseret.

(1) Sans vouloir revenir sur les arguments de l'école opposée, notons cependant que Huet a signalé des vaisseaux de Malpighi chez quelques crustacés isopodes.

MINES

Rôle des poussières charbonneuses dans les explosions de grisou. — En 1845, Faraday et Lyell signalaient, pour la première fois, l'influence des poussières fines de houille dans les explosions de grisou. Depuis cette époque, des expériences furent exécutées à différentes reprises, en vue d'éclaircir cette grave question. L'intérêt qu'elle présente s'est encore accru, dans ces derniers temps, par suite de plusieurs explosions qui ont été attribuées à cette cause, ou dans lesquelles, du moins, les poussières ont joué un rôle important (1).

Les essais multipliés auxquels se livrèrent plusieurs ingénieurs (2) amenèrent des conclusions remarquables sur ce sujet ; mais les divergences d'opinion et les obscurités qui régnaient encore sur plus d'un point important, déterminèrent la commission prussienne du grisou à reprendre la série de ces expériences. Elle choisit, pour les exécuter, le carreau de la mine « König », près de Neunkirchen (bassin de Sarrebrück), qui présente un soufflard dont les gaz furent captés et amenés à la surface par une conduite. On construisit, dans un terri voisin, une galerie solide, de forme elliptique, constituée par des cadres en fer double T, garnis intérieurement de forts madriers. Cette galerie mesure 50 mètres de longueur et présente, sur toute son étendue, une série de regards permettant d'observer ce qui se passe à l'intérieur pendant les essais.

L'une de ses extrémités pénètre dans un épais massif de maçonnerie représentant le front d'attaque, et muni, à cette fin, de petits canons de fonte servant de trous de mines. Voici les principaux résultats de ces essais.

Débourrage de coups de mines chargés de poudre ordinaire. — 1° La longueur de la flamme d'un coup de mine qui débourre augmente notablement lorsqu'au lieu de bourrer avec de l'argile on emploie des poussières charbonneuses. La présence d'une faible quantité

(1) Dombrau, 27 mars 1885; Mardy colliery, 23 décembre 1885. Cette dernière catastrophe fit quatre-vingt-deux victimes (*Iron and Coal*, n° du 15 et du 22 janvier 1886).

(2) MM. Galloway et Abel en Angleterre, Mallard et Lechatelier en France, etc.

de grisou (3 p. c., proportion que toutes les lampes de sûreté accusent) accroît encore l'étendue de la flamme. On devra donc interdire le bourrage avec les poussières de charbon dans les mines à grisou.

2° En l'absence complète du grisou, l'inflammabilité des poussières varie avec leur composition et leur finesse. Les plus inflammables sont celles qui contiennent la plus forte proportion de matières volatiles. La proportion minimum nécessaire est inférieure au chiffre de 30 p. c. admis antérieurement (1). Avec certaines houilles, on obtient de véritables explosions, *alors même qu'il n'y a aucune trace de grisou*. Ceci démontre qu'on ne peut se croire à l'abri de toute explosion dans les mines non grisouteuses dont les couches sont sèches et poussiéreuses.

Les coups de mine tirés vers la partie inférieure de la galerie donnent les plus longues flammes et sont les plus dangereux. Il convient de noter que la quantité de poussières nécessaire pour qu'il y ait inflammation peut, avec certaines qualités de houille, être notablement inférieure à la proportion de 1 kilo par mètre cube de galerie. Ce chiffre, comme on sait, avait été indiqué par M. Galloway à la suite de ses expériences.

3° La présence de 3 p. c. de grisou a pour effet de faciliter l'inflammation des poussières. On a, dans ce cas, des flammes illimitées avec des qualités qui, sans grisou, donnent des flammes limitées, et il se produit de véritables explosions avec les catégories à flammes illimitées.

Un autre fait remarquable consiste dans l'inflammabilité des poussières situées à quelque distance d'une atmosphère grisouteuse qui fait explosion. Inversement, une explosion de poussières peut entraîner l'explosion d'un mélange d'air et de gaz.

La quantité de poussières restant la même, les effets de l'inflammation croissent avec la proportion de grisou.

Effets mécaniques des explosions. — Ces effets ont été mesurés par le déplacement sur rails d'un wagonet chargé. Les plus intenses se produisent lorsqu'une explosion de grisou est accompagnée d'une explosion de poussières.

(1) Ce chiffre est indiqué par MM. Mallard et Lechatelier, *Annales des mines*. 8e série, t. I, p. 61. — Les poussières de Neu-Iserlohn (Westphalie), très inflammables, ne contiennent que 20,5 p. c. de matières volatiles ; celles de la mine Pluto, qui donnent les effets les plus intenses, n'en renferment que 22 p. c.

Effets des coups de mines non débourrants. — On a brisé, au moyen de coups de mines des blocs de houille et de grès placés à front de la galerie. Dans ce cas, l'inflammation ne se produit jamais avec les poussières seules : elle n'a lieu qu'en y ajoutant 5 p. c. de grisou.

Dans les différents cas que nous venons d'énumérer, la poudre comprimée agit comme la poudre ordinaire au point de vue des poussières charbonneuses.

Effets de la dynamite. — Les coups de mine chargés à la dynamite n'entraînent l'inflammation des poussières que si on y ajoute une certaine proportion de grisou, variable avec la qualité de la dynamite. Cette proportion est *d'autant plus élevée* que l'explosif est *plus riche* en nitroglycérine. Avec la dynamite n° 1 (75 p. c. de nitroglycérine), il faut 7 à 8 p. c. de gaz.

Les autres explosifs, tels que le fulmi-coton, le lithofracteur, la dynamite-gomme, se comportent comme la dynamite.

Ces résultats ont déterminé la commission prussienne à formuler l'article suivant dans ses Principes pour l'exploitation des mines à grisou :

« Art. 19. — Le tirage avec la poudre noire ou d'autres explosifs à effet lent doit être interdit dans les mines à grisou. On ne permettra que l'usage de la dynamite ou d'autres explosifs à action rapide et se comportant comme la dynamite sous le rapport des poussières. »

Influence de l'humidité des poussières. — L'humidité des poussières diminue la flamme d'un coup de mine qui débourre ; mais le danger ne disparaît que lorsqu'elles sont arrosées de la moitié de leur poids d'eau. La longueur de galerie humectée en avant du front doit être de 10 à 15 mètres pour les mines au charbon et de 5 à 10 mètres pour les mines au rocher, suivant qu'il y a absence de grisou ou que ce gaz s'y trouve en proportion de 3 p. c.

Action d'un feu libre. — La présence d'une lampe à feu nu ne peut constituer un danger que si l'atmosphère poussiéreuse renferme plus de 3 p. c. de grisou. Or dans ce cas la seule présence du gaz nécessite l'emploi de lampes de sûreté (1).

L'exploitation du pétrole au Caucase. — Nous nous sommes occupé précédemment de l'exploitation du pétrole en Galicie (2). On sait que des gisements importants de la même substance existent dans la

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, 1885.
(2) *Revue des questions scientifiques*, janvier 1886.

région du Caucase. Ils n'y sont exploités qu'aux environs de Bakou et de Noworossisk ; mais les terrains qui renferment l'huile minérale occupent une superficie bien plus considérable, évaluée à 14 000 milles carrés. Il reste donc une grande étendue à peu près vierge, où l'on s'est borné jusqu'ici à des reconnaissances et à des essais. Cette partie de la région pétrolifère est appelée sans doute à être le siège d'une exploitation importante dès qu'on y aura établi des voies de transport.

Les roches qui contiennent le naphte sont constituées par des sables, des argiles calcaires, des marnes, des grès ; de même qu'on l'a remarqué dans d'autres gisements, le pétrole est parfois accompagné d'hydrogène carboné et de sel.

Les sondages ont été substitués aux puits et le travail manuel remplacé par la vapeur, comme dans les exploitations de la Galicie. Les trous de sonde sont garnis de tubes dont le diamètre varie de $0^m.30$ à $0^m,40$ et plus, selon la profondeur, les tubes de plus grands diamètres étant placés à la partie supérieure. Dès que le sondage a recoupé la nappe souterraine, la force d'expansion du gaz hydrocarboné entraîne l'huile avec un jet continu. La hauteur de ce jet est parfois considérable et peut dépasser 100 mètres. La pression s'élève dans certains cas à 20 atmosphères, et la violence du jet est telle que des fragments de roche sont emportés et projetés hors de l'ouverture du puits. Cette pression subit d'ailleurs de fréquentes variations ; parfois on voit cesser la continuité des sources, qui deviennent intermittentes et finissent même par se transformer en puits ordinaires.

Actuellement 100 puits sont en activité ; leur production moyenne s'élève pour chacun à 32 tonnes par jour, le prix moyen de la main d'œuvre étant de 65 francs par tonne.

Quant aux frais de premier établissement, ils dépendent de la profondeur ; un tube de 183 mètres, avec des diamètres de $0^m,46$, $0^m,35$, et $0^m,30$, a coûté 12 550 francs, et son enfoncement 25 000 francs.

On se propose de construire à Batoum de vastes entrepôts qui pourront recevoir par année 30 000 tonnes d'huile minérale, quantité équivalant à peu près au tiers de la production actuelle. On établira ensuite des conduits souterrains permettant d'amener économiquement à ce port le pétrole de Bakou. Dans ces conditions, les exploitants du Caucase pourront lutter avec plus d'avantage contre le pétrole américain, auquel ils disputent déjà avec succès le marché de Liverpool (1).

Nouvelle cartouche de sûreté pour les mines. — L'emploi des ex-

(1) *Annales industrielles*, janvier 1886.

plosifs pour l'abatage du charbon et pour le creusement des galeries constitue dans les mines à grisou un danger que les précautions les plus minutieuses ne font pas disparaître entièrement. Plusieurs ingénieurs ont proposé, pour l'éviter, d'interposer une couche d'eau entre la charge et la bourre. Cette eau, transformée en vapeur aux dépens de la chaleur des gaz de la déflagration, les refroidit à un degré suffisant pour qu'ils ne puissent pas enflammer le grisou. Divers dispositifs imaginés dans cet ordre d'idée, notamment ceux de Mac-Nab et de Ruggieri, ont échoué dans l'application (1).

Des expériences ont eu lieu récemment en Angleterre à l'effet de soumettre à des épreuves pratiques une nouvelle cartouche conçue d'après le même principe par un ingénieur anglais, M. Settle. Les résultats ont, paraît-il, été très satisfaisants, et cette cartouche résoudrait le problème de tirer les coups de mines avec sécurité dans les houillères grisouteuses.

Le dispositif consiste en une enveloppe métallique de forme tubulaire et hermétiquement fermée ; des saillies ménagées sur les parois et aux extrémités du tube maintiennent au centre la cartouche de dynamite (2), qu'entoure complètement l'eau qui remplit l'espace annulaire. Le tirage peut s'effectuer par le procédé ordinaire ou par l'électricité ; une ouverture centrale est ménagée à cette fin à l'une des extrémités.

Les essais ont été exécutés à l'intérieur des mines « Fair Lady » et « Minnie » (North Staffordshire), dans des couches reconnues comme les plus dangereuses du district au point de vue du grisou et des poussières. Plusieurs ingénieurs expérimentés assistaient à ces expériences, qui ont démontré, paraît-il, la complète sécurité de ce système, aussi bien avec les coups de mines débourrants qu'avec les coups de mines produisant tout leur effet (3).

L'éclairage électrique dans les mines grisouteuses.— Les progrès remarquables réalisés depuis quelques années dans l'éclairage électrique ont fait naître l'idée de l'appliquer à l'intérieur des mines. On peut citer plusieurs exemples où ce moyen d'éclairage a été appliqué avec succès. Mais c'est surtout dans les mines à grisou que son emploi semble présenter de grands avantages. Cependant on n'a pas réussi jusqu'ici à le généraliser par suite de plusieurs difficultés pratiques.

(1) Haton de la Goupillière, *Cours d'exploitation des mines*, t. I, p. 189.

(2) Dans toutes les expériences, on a employé comme explosif la gélatine-dynamite, qu'on obtient en mélangeant à la gélatine-gomme des poudres à base de soufre et de charbon.

(3) *Iron and Coal*, 8 janvier 1886.

On reproche en effet à la lumière électrique « sa trop grande intensité, qui éblouit la vue et la rend incapable de distinguer les détails, dans des ombres absolument noires. Or une taille est toujours, quoi qu'on fasse, remplie d'anfractuosités. En outre, l'assujettissement des appareils et des fils conducteurs paraît, aux exploitants, inconciliable avec les nécessités du service. Nous avons dit, d'ailleurs, qu'un système de feux fixes, bien qu'il puisse rendre des services à titre exceptionnel, ne saurait, en aucune façon, dispenser de la lampe portative mise à la disposition de chaque homme.

» Mais la plus grave objection consiste en ce que l'on ne saurait se considérer comme assuré contre le danger d'explosion, en cas de rupture du globe de verre qui enferme la lampe. M. Jamieson a fait, à cet égard, une expérience instructive, en brisant le globe d'une lampe Swann dans une caisse qui renfermait un mélange explosible. L'explosion s'est, en effet, produite (1). »

Néanmoins la sécurité doit être plus grande encore, nous semble-t-il, avec les lampes électriques qu'avec les lampes Mueseler et Marsaut.

Quant aux autres inconvénients précités, le meilleur moyen de les éviter serait de pouvoir joindre à la lampe le générateur du courant, en remplaçant le réservoir d'huile par une pile suffisamment puissante, et à la fois légère et peu volumineuse. Ces dernières conditions s'imposent surtout pour les couches très minces, parfois inférieures à $0^{m}50$, comme on en rencontre par exemple dans le Hainaut.

Voici un système imaginé récemment en Angleterre, dans cet ordre d'idées (2).

Il consiste en une boîte métallique de forme prismatique ou cylindrique, divisée en trois cases renfermant chacune un élément. Chaque élément est constitué par un paquet de chlorure d'argent et deux minces lames de zinc, avec une solution étendue de potasse caustique. Une lampe à incandescence, munie d'un réflecteur, est adaptée sur le front de cette boîte (3).

Il y a trois types. Le premier, qui est prismatique, a 7 inches (4)

(1) Haton de la Goupillière, *Cours d'exploitation des mines*, t. II, p. 510.

(2) *Iron*, 29 janvier 1886. — Le nom de l'inventeur n'est pas indiqué.

(3) Le principe de cette pile n'est pas nouveau ; il est dû à M. Skrivanow, qui compose ses éléments au moyen d'une lame de zinc et de chlorure d'argent enveloppé de papier parchemin, plongeant dans une liqueur alcaline (75 parties de potasse caustique pour 100 parties d'eau). L. Figuier, *Année scientifique*, 1884, p. 101.

(4) L'inch équivaut à $2^{cm},54$.

de haut sur 3 1/2 de large et 3 de profondeur, de l'avant à l'arrière; le courant produit une lumière de 3 bougies et dure 9 heures. Le second type, également prismatique, mesure 6 inches de haut et possède aussi un pouvoir éclairant de 3 bougies; mais sa durée n'est que de 7 h. 1/2. Le troisième type, de forme cylindrique, a 3 inches de hauteur sur 3 de diamètre ; son pouvoir éclairant est de 2 bougies et le courant cesse après 5 heures d'activité.

La boîte est hermétiquement fermée, de manière à empêcher l'écoulement du liquide. Elle ne peut s'ouvrir qu'au moyen d'une clef déposée à la lampisterie, où l'on remplace les éléments lorsqu'ils sont épuisés. Le chlorure d'argent, ramené à l'état d'oxyde ou d'argent pur, est traité par l'eau régale, qui le transforme de nouveau en chlorure. Celui-ci peut être employé ensuite au même usage que précédemment.

L'ouvrier peut au moyen d'une vis modérer à volonté l'intensité de la lampe et même l'éteindre complètement. Dans ce cas la pile cesse d'être active et ne consomme plus ses éléments. Le faible poids de cette lampe permet de la manier aussi facilement que les lampes de sûreté ordinaires de Mueseler ou de Marsaut. Elle a sur celles-ci l'avantage de pouvoir s'incliner d'un angle quelconque sans exposer le verre à la rupture par suite d'un échauffement inégal. En outre son alimentation coûte, paraît-il, beaucoup moins.

Nous voudrions savoir le chiffre exact du poids de cette lampe, de son prix de revient et de son coût d'alimentation. Ce sont des éléments dont la connaissance précise est nécessaire pour pouvoir établir une comparaison judicieuse. Espérons que l'auteur auquel nous empruntons cette description nous les révélera en même temps que les résultats des expériences pratiques auxquelles cette nouvelle lampe sera soumise prochainement.

V. L.

LE CONGRÈS INTERNATIONAL

DES

SAVANTS CATHOLIQUES

La lettre suivante, de Mgr d'Hulst, recteur de l'Institut catholique de Paris, est un important document que nous sommes heureux d'enregistrer dans la *Revue des questions scientifiques :*

Paris, le 1er février 1886.

MONSIEUR,

Le deuxième Congrès des catholiques de la Normandie, réuni à Rouen dans les premiers jours de décembre dernier, a adopté, dans sa séance de clôture, une résolution ainsi formulée :

« Un *Congrès international de savants catholiques* (1) sera convoqué à Paris dans la semaine de Pâques (12-17 avril) de l'année 1887.

» Une commission est nommée pour l'organisation de ce Congrès.

» Aucun rapport ni aucun objet de discussion ne sera admis au Congrès qui n'ait été d'avance approuvé par la commission (2). »

Cette commission, dont les premiers membres avaient été désignés par le Congrès de Rouen, s'est réunie une première fois chez moi les 28 et 29 décembre, et une seconde fois le 26 janvier.

(1) Plusieurs dénominations avaient été proposées pour désigner cette réunion : celle-ci a été préférée provisoirement.

(2) Il a été expressément entendu que cette approbation ne portera pas sur les conclusions des rapports. Elle marquera seulement que ces rapports ont été jugés dignes d'être présentés au Congrès.

Elle a commencé par compléter sa formation en s'adjoignant de nouveaux membres, répartis en deux catégories ; ceux qui résident à Paris et qui pourront suivre de plus près le travail intérieur de la commission et tenir des séances mensuelles ; ceux qui résident au dehors et qui s'occuperont surtout de recruter des adhérents au Congrès dans leur région, en même temps qu'ils concourront, par leurs recherches personnelles et leurs écrits, à la préparation scientifique de cette assemblée.

Les uns et les autres seront convoqués aux séances mensuelles qui se tiendront chez le président (rue de Vaugirard, 74), le dernier mardi de chaque mois, à 4 heures. On prévoit que les membres non résidants ne pourront venir que rarement à Paris pour ces réunions. Mais on tiendra de temps en temps des séances générales, où l'on espère qu'ils pourront se rendre en plus grand nombre. La prochaine aura lieu, soit dans la semaine de Pâques, soit dans la semaine de la Pentecôte, suivant l'état d'avancement des travaux.

Le but principal de la commission est de provoquer de la part des savants catholiqnes la composition de *mémoires* ou de *rapports* destinés à être présentés au Congrès et dont l'objet serait surtout de déterminer l'état actuel de la science relativement aux différentes questions qui, par leurs relations avec la foi chrétienne, offrent un intérêt particulier pour les catholiques.

Ceux de ces travaux qui auront été acceptés par la Commission serviront principalement de matière au Congrès, sans préjudice des communications verbales que tout membre aura le droit de produire dans le cours des séances de sections.

La commission sollicitera tout d'abord l'initiative des professeurs et des écrivains qui se sont fait connaître en mettant une valeur scientifique réelle au service des convictions chrétiennes. En outre elle invitera à prendre part au Congrès tous les catholiques qui s'intéressent au développement de la science et à la défense de la foi.

Le Congrès comprendra trois classes principales, divisées chacune en plusieurs sections, dont voici le tableau.

Ire CLASSE Sciences philosophiques et sociales.	1re *Section :* Théodicée. 2e *Section :* Métaphysique générale et Cosmologie. 3e *Section :* Psychologie et Psycho-physiologie. 4e *Section :* Droit naturel. 5e *Section :* Économie politique et sociale.

IIe Classe Sciences exactes et naturelles.	1re *Section :* Mathématiques, Mécanique, Astronomie. 2e *Section :* Physique et Chimie. 3e *Section :* Zoologie, Biologie et Physiologie. 4e *Section :* Géologie et Paléontologie. 5e *Section :* Anthropologie, Ethnographie, Philologie.
IIIe Classe Sciences historiques.	1re *Section :* Histoire biblique : (ancien Testament). — Ses rapports avec les résultats des études relatives à l'Histoire de l'Orient ancien. 2e *Section :* Origines du Christianisme. (Histoire de J.-C. et des apôtres. — Église primitive.) 3e *Section :* Histoire de l'Église : son rôle social. 4e *Section :* Histoire comparée des religions. 5e *Section :* Archéologie chrétienne.

Cette répartition n'est du reste que provisoire. On pourra augmenter ou réduire le nombre des sections, suivant le nombre des adhérents qui se feront inscrire pour chacune d'elles et le caractère spécial de leurs travaux.

Ceux qui voudraient prendre part aux travaux du Congrès ou assister à ses réunions sont instamment priés d'envoyer leur adhésion au bureau de la Commission (1), en indiquant la section dans laquelle ils désirent être inscrits. Cette inscription dans une section spéciale ne les empêchera pas de suivre, au Congrès, les travaux des autres sections ; mais elle permettra à la Commission de constituer plus convenablement le personnel de chaque section.

J'ai l'honneur, en conséquence, de vous adresser sous ce pli un bulletin d'adhésion, que je vous prie de vouloir bien remplir et me retourner, si vous avez l'intention d'adhérer au Congrès.

Outre les membres actifs, le Congrès comprendra des membres souscripteurs ou honoraires. Cette classe se compose de toutes les personnes des deux sexes qui, ne pouvant prendre part à nos travaux, voudraient néanmoins encourager notre entreprise et lui témoigner leur sympathie par une protection efficace.

Une cotisation de dix francs sera demandée aux membres actifs et aux membres honoraires, et affectée aux frais de la préparation, de la tenue et du compte rendu du Congrès. Le compte rendu, qui sera

(1) Chez Mgr d'Hulst, rue de Vaugirard, 74, à Paris.

imprimé aussitôt après la clôture de l'assemblée, sera envoyé à tous ceux qui auront versé la cotisation.

Pour faciliter le travail de préparation, la Commission a délégué auprès de chacune des sections projetées un de ses membres, qui recevra les adhésions, fournira les renseignements, examinera ou fera examiner les travaux ou projets de travaux, et en fera son rapport à la Commission.

Vous trouverez plus bas, avec la liste des membres de la Commission, les noms de ces délégués.

Toutes les correspondances relatives au Congrès doivent être adressées, soit au président de la Commission, soit à celui des délégués que l'affaire concerne.

Telles sont, Monsieur, les premières résolutions adoptées par la Commission. Nous osons espérer qu'elles obtiendront votre approbation, et nous recevrons avec reconnaissance les communications qu'elles provoqueraient de votre part.

Veuillez agréer, Monsieur, l'assurance de mes sentiments respectueux et dévoués.

Le Président provisoire de la Commission,
M. D'HULST, *recteur de l'Institut catholique de Paris.*

COMMISSION D'ORGANISATION DU CONGRÈS

—

Membres résidant à Paris.

MM. le docteur ALIX, de la Société d'anthropologie, 10, rue de Rivoli,
le marquis de BEAUCOURT, président de la Société bibliographique, 85, rue de Sèvres.
l'abbé de BROGLIE, professeur d'apologétique à l'Institut catholique de Paris, 25, rue de Vaugirard.
l'abbé DUCHESNE, professeur d'histoire ecclésiastique à l'Institut catholique de Paris, 66, rue de Vaugirard.
R. P. DUTAU, S. J., 35, rue de Sèvres.
le comte Henri de l'EPINOIS, 33, rue du Cherche-Midi.
le docteur FERRAND, médecin des hôpitaux de Paris, 110, rue du Bac.

MM. R. P. Forbes, S. J., 26, rue de la Chaise.

l'abbé Guieu, directeur des Annales de philosophie chrétienne, 14, rue Mayet.

Mgr d'Hulst, recteur de l'Institut catholique de Paris, 74, rue de Vaugirard.

Claudio Jannet, professeur d'économie politique à l'Institut catholique de Paris, 38, rue de Varenne.

de Lapparent, professeur de géologie à l'Institut catholique de Paris, 3, rue de Tilsitt.

le comte de Marsy, directeur de la Société française d'archéologie, à Compiègne (Oise).

l'abbé Martin, professeur d'Écriture sainte et de langues orientales à l'Institut catholique de Paris, 6, rue Régis.

le marquis de Nadaillac, anthropologiste, correspondant de l'Institut, 8, rue d'Anjou.

le comte Desbassayns de Richemont, archéologue, 63, avenue Marceau.

le vicomte Jacques de Rougé, égyptologue, 35, rue de l'Université.

Marius Sepet, attaché aux Archives de France, 112, rue Saint-Dominique.

Vigouroux, professeur d'Écriture sainte au séminaire Saint-Sulpice.

de Vorges, ancien ministre plénipotentiaire, vice-président de la société de Saint-Thomas d'Aquin, 74, rue de Miromesnil.

Natalis de Wailly, de l'Institut, 30, rue Raynouard.

Membres résidant hors de Paris.

MM. Paul Allard, archéologue, historien, rue de la Corderie, 12, Rouen.

Adrien Arcelin, géologue, à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).

l'abbé Élie Blanc, professeur de philosophie à la Faculté catholique, 25, rue du Plat, Lyon.

Mgr Bourquard, de l'Académie romaine de Saint-Thomas d'Aquin, collège Saint-Benoit, à Delle (Belfort).

Brants, professeur d'économie politique à l'Université de Louvain.

R. P. Casteleyn, professeur de philosophie au collège de N. D. de la Paix, à Namur.

l'abbé Ulysse Chevalier, à Romans (Drôme).

R. P. De Smedt, S. J., bollandiste, rue des Ursulines, Bruxelles.

MM. le chanoine Duilhé de Saint-Projet, de l'Institut catholique de Toulouse.

l'abbé Fouard, professeur honoraire à la Faculté de théologie de Rouen, Bois-Guillaume, près Rouen.

Paul Fournier, professeur à la Faculté de Droit de Grenoble.

Gilbert, professeur de mathématiques à l'Université de Louvain.

l'abbé Hamard, de l'Oratoire de Rennes.

Mgr de Harlez, professeur de sanscrit à l'Université de Louvain.

l'abbé Hy, professeur de sciences naturelles à la Faculté des sciences d'Angers.

Kurth, professeur d'histoire à l'Université à Liège.

l'abbé Lefebvre, professeur honoraire à la faculté de théologie. 59, rue de la République, Rouen.

Mansion, professeur de mathématiques supérieures à l'Université de Gand.

A. de Margerie, doyen de la Faculté catholique des lettres, boulevard Vauban, Lille.

le chanoine Mercier, professeur de philosophie scolastique à l'Université de Louvain.

l'abbé Motais, de l'Oratoire de Rennes.

Niel, de l'Académie de Rouen, 28, rue Herbière.

D. Piolin, bénédictin de Solesmes,

Robiou, professeur à la Faculté des lettres de Rennes, correspondant de l'Institut.

de la Vallée Poussin, professeur de géologie à l'Université de Louvain.

Valson, doyen de la Faculté des sciences, rue du Plat, Lyon.

Mgr Van Weddingen, aumônier de S. M. le roi des Belges, à Laeken, près Bruxelles.

MEMBRES DÉLÉGUÉS PAR LA COMMISSION

AUPRÈS DES SECTIONS.

I. — Sciences philosophiques et sociales.

Section de Théodicée : Mgr d'Hulst. 74, rue de Vaugirard, à Paris.

— *de Métaphysique et Cosmologie :* M. de Vorges, 74, rue de Miromesnil, à Paris.

Section de Psychologie et Psycho-physiologie : M. le chanoine Mercier, à l'Université de Louvain.

— *du Droit naturel :* R. P. Forbes, 26, rue de la Chaise, à Paris.

— *de l'Économie politique* : M. Cl. Jannet, 38, rue de Varenne, à Paris.

II. — Sciences exactes et naturelles.

Section de Mathématiques : M. Gilbert, à l'Université de Louvain.

— *Physique et Chimie :* M.***.

— *de Biologie et Physiologie :* Dr E. Alix, 10, rue de Rivoli, à Paris.

— *de Géologie et Paléontologie :* M. de Lapparent, 3, rue de Tilsitt, à Paris.

— *d'Anthropologie :* Marquis de Nadaillac, 8, rue d'Anjou, à Paris.

III. — Sciences historiques.

Section d'Histoire Biblique, ancien Testament : M. Vigouroux, au Séminaire Saint-Sulpice, à Paris.

— *d'Origines du Christianisme :* M. l'abbé Fouard, Bois-Guillaume, près Rouen.

— *d'Histoire de l'Église :* R. P. De Smedt, rue des Ursulines, à Bruxelles.

— *d'Histoire des Religions :* M. l'abbé de Broglie, 25, rue de Vaugirard, à Paris.

— *d'Archéologie chrétienne :* M. Paul Allard, 12, rue de la Corderie, à Rouen.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CII, janvier, février, mars 1886.

N° 1. **Faye** signale le *Lehrbuch der Meteorologie* de Sprung, où l'on admet que le mouvement de translation des cyclones est inexplicable dans l'ancienne théorie opposée à celle de M. Faye et où l'on reconnaît qu'il existe un mouvement descendant au sein des cyclones. **Feret** essaye d'appliquer le calcul à l'étude des sensations colorées en représentant par des nombres la nuance, la saturation de sa composante blanche et celle de sa composante noire (Au n° 5 : vérifications expérimentales: n° 11 : application à l'étude du daltonisme). **Renault** et **Zeiller**, en étudiant des fougères fossiles de Commentry, sont parvenus à prouver que les genres *Caulopteris* et *Ptychopteris* sont des parties différentes des mêmes troncs, les premiers constituant le cylindre ligneux central, les seconds l'écorce externe.

N° 2. **De Saint-Venant**, né à Villiers-en-Bière (Seine-et-Marne), le 23 août 1797, est mort à Vendôme, le 6 janvier 1886. Il a écrit d'innombrables mémoires sur la théorie de l'élasticité, parmi lesquels il faut surtout citer celui qui est intitulé : *Sur la torsion des prismes ou cylindres à base quelconque.* On lui doit aussi un historique complet des progrès de la théorie de l'élasticité, en tête de son édition du cours de Navier; des notes sur ce cours, formant un traité trois ou quatre fois plus étendu que ce cours même ; enfin un exposé de la théorie de l'élasticité dans les cent dernières pages de la *Statique* de Moigno. **Loewy** vient d'imaginer une nouvelle méthode pour déterminer directement, par des mesures différentielles, les éléments de la réfraction. Le principe de la méthode consiste à amener simultanément, au moyen de deux miroirs, dans le champ d'une lunette, deux astres distants d'un quadrant, d'abord quand l'un est à l'horizon et que la réfraction est maxima, puis quand ils sont à peu près à la même hauteur (Voir n°s 6, 8, 10). **Berthelot** conclut une étude sur les ac-

tions réciproques de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique et des sels d'antimoine, en résumant comme il suit les règles qui président aux phénomènes de ce genre : Les actions inverses se produisent dans les cas où le signe de la chaleur dégagée par la réaction de deux corps, tels que le sulfure d'antimoine et l'acide chlorhydrique, est changé par la combinaison de l'un d'eux avec un troisième corps, tel que l'eau formant des hydrates, ou même avec l'un des produits de la réaction. L'action chimique se renverse graduellement à mesure que se forment les composés intermédiaires dont nous venons de parler. Ces composés sont dans un état de dissociation partielle, et les lois physico-chimiques de la dissociation interviennent dans un sens opposé au principe du travail maximum. **Vulpian** : L'hémi-anesthésie alterne doit être considérée comme un des symptômes caractéristiques par lesquels peuvent s'accuser les lésions du bulbe rachidien. **G. Bonnier** et **L. Mangin** : L'action chlorophyllienne se produit dans l'obscurité ultraviolette. **J. Blake** : L'action physiologique des sels de potassium n'est pas la même que celle des sels de lithium et de rubidium : les premiers arrêtent la circulation par paralysie du cœur ; les seconds produisent un arrêt de la circulation pulmonaire. **V. Feltz** : Dans certaines conditions, le virus charbonneux s'atténue dans la terre.

N° 3. **Paul** et **Prosper Henry** obtiennent, par la photographie, des portions de cartes astronomiques révélant des étoiles de 17e grandeur qu'on n'avait pas vues auparavant et même des nébuleuses invisibles dans les plus grands instruments, par exemple, la nébuleuse située près de l'étoile Maïa, dans les Pléiades. (N° 6. Elle a été vue, un peu plus tard, à Poulkova par Struve ; nc 10, à Nice par Thollon). **Boussinesq** est élu membre de l'Académie des sciences. **Langley** : Il est probable qu'il y a des radiations dont la longueur d'onde est quinze millièmes de millimètre (celle du rouge est environ sept dix-millièmes). **Laffont** : L'anesthésie due à l'inhalation du protoxyde d'azote pur a une action sur diverses fonctions de l'économie et n'est jamais inoffensive : elle produit des troubles fonctionnels variés qui peuvent constituer des dangers sérieux dans divers états physiologiques ou diathésiques (grossesse, tendance à l'épilepsie, à l'albuminurie, au diabète).

N° 4. **Ed. Bureau** conclut une étude sur une plante phanérogame, le *Cymodoceites parisiensis*, de l'ordre des Naïadées, qui vivait dans les mers de l'époque éocène, en remarquant qu'elle confirme les affinités indiennes de la flore éocène moyenne, déjà décelées par d'autres plantes fossiles. **Boiteau** est parvenu à obtenir dix-neuf générations agames sucessives du Phylloxera. **Weiss** et **Lebœuf** : La comète Fabry

sera à son maximum d'éclat à la fin d'avril. **Poincaré** vient d'étendre aux intégrales doubles la théorie des résidus de Cauchy (Recherches analogues de **E. Picard**, n°s 7,8). **B. Renault** : Les Calamodendrons, regardés par un grand nombre de paléontologistes comme des plantes cryptogames voisines des Équisétacées, possédaient des racines susceptibles d'acquérir une épaisseur considérable de bois secondaire : mais leur écorce était essentiellement lacuneuse.

N° 5. **A. Joly** : L'acide hypophosphorique est bibasique. L'action de la soude se prolonge au delà du second équivalent, mais cela provient de l'instabilité du sel disodique.

N° 6. **Lippmann** est élu membre de l'Académie, en remplacement de Desains. **Guyon** a imaginé un nouveau système de projection sur la sphère où les méridiens et les parallèles sont remplacés par des ellipses sphériques ayant pour foyers quatre points symétriquement placés par rapport à deux axes rectangulaires dans un méridien. **Renault** et **Zeiller** ont trouvé dans le terrain houiller de Commentry diverses cycadées fossiles, entre autres le *Zamites carbonarius*, appartenant à un genre qu'on n'a rencontré jusqu'ici que dans les terrains tertiaires et secondaires.

N° 7. **Jamin**, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, est mort chrétiennement vers le 15 février 1886. Il était né à Termes, dans les Ardennes, le 31 mai 1818. Il a écrit un Traité général de physique sous le titre : *Cours de physique de l'École polytechnique* et un grand nombre de mémoires spéciaux. « Bien jeune encore, dit M. Bertrand, Jamin avait élevé son esprit jusqu'aux audacieuses formules dans lesquelles Cauchy renfermait l'optique. En admirant la subtilité des preuves et l'abstraction mystérieuse des symboles, il osa les traduire en langue vulgaire, les citer au tribunal des faits, soumettre à des épreuves précises les divinations du grand géomètre, démontrer le premier sa gloire comme physicien et s'y associer en la proclamant. » Les mémoires de Jamin auxquels il est fait ici allusion sont ceux où Jamin a étudié la réflexion de la lumière à la surface des métaux et la polarisation elliptique de la lumière réfléchie par les surfaces vitreuses au voisinage de l'angle de polarisation. **Thollon** : L'étoile nouvelle découverte par M. Gore, dans la constellation d'Orion, étudiée au spectroscope, se révèle comme appartenant au type de l'étoile *alpha* d'Orion, avec une bande triple dans le vert, comme pour celle-ci, mais avec extrêmement peu d'éclat dans le jaune.

N° 8. **P. Mansion** est parvenu à trouver une expression simple du reste dans la formule de quadrature de Gauss, en exprimant la dé-

rivée $n^{\text{ième}}$ d'une fonction interpolaire d'ordre n, par rapport à une des $(n+1)$ lettres qui y entrent, au moyen de la dérivée d'ordre $2n$ de la fonction primitive. **A. Müntz** et **E. Aubin** : L'analyse de l'air pris au cap Horn prouve qu'il contient une proportion d'oxygène sensiblement égale à celle qui a été trouvée dans l'air pris en divers points du globe, mais très légèrement variable, comme Regnault l'a démontré pour une foule d'autres endroits. **G. Bonnier** : Des expériences calorimétriques faites par deux méthodes différentes, sur les quantités de chaleur dégagées et absorbées par les végétaux prouvent que ces quantités sont très différentes aux divers périodes du développement de la plante. Les maxima de chaleur produite s'observent surtout au début de la germination et au moment de la floraison. Les variations observées ne s'expliquent pas par le simple jeu de la respiration produisant de l'acide carbonique. Probablement les substances de réserve, non directement assimilables, se forment avec absorption de chaleur, ce qui diminue en apparence celle qui a son origine dans la production de l'acide carbonique par la respiration ; la transformation de ces substances semble, au contraire, se faire avec un dégagement de chaleur, qui s'ajoute à celle qu'engendre l'acide carbonique en se formant.

N° 9. **Pasteur** fait connaître les résultats de l'application de sa méthode pour prévenir la rage après morsure. Sur plus de trois cents personnes traitées, une seule a succombé, une enfant de dix ans qui n'avait été soumise au traitement que trente-sept jours après la morsure. Elle a succombé au virus rabique qui lui a été communiqué par le chien qui l'a mordue et non par le virus vaccinal employé par Pasteur. Celui-ci, en effet, donne la rage au lapin après sept jours ; or, celui qui a été pris dans la matière cérébrale de l'enfant n'a donné la rage à deux lapins que dix-huit jours après l'inoculation. **Wolf** : La photographie astronomique, qui révèle des astres invisibles à l'observation directe, n'en reproduit pas d'autres que l'on peut voir, ou les reproduit avec un éclat relatif différent. **Wild** et **Mascart** : Il semble qu'il y ait concordance immédiate entre les perturbations magnétiques terrestres et l'apparition des grandes protubérances solaires. **Wertheimer** : On admet ordinairement la localisation exclusive des centres respiratoires dans le bulbe rachidien. Des expériences faites sur des chiens adultes et surtout de jeunes chiens, sur lesquels on a pratiqué la section de la moelle entre l'atlas et l'axis, prouvent qu'il n'en est rien. En pratiquant l'insufflation pulmonaire jusqu'à ce que les centres spinaux aient recouvré leur activité, on voit renaître après un certain temps la respiration spontanée, mais sous une forme

assez irrégulière. On peut conclure des nouvelles expériences, qu'il existe dans la moelle des centres nerveux qui président les uns à l'inspiration, les autres à l'expiration ; le bulbe sert de régulateur et de modérateur à ces centres médullaires.

N° 10. **Lechartier** : L'acide azotique concentré du commerce, versé par mégarde sur des matières organiques, la paille, par exemple, dont on entoure trop souvent les bonbonnes, y met rapidement le feu.

N° 11. **Wolf** : La toise du Pérou conservée à Paris par le Bureau des longitudes est bien authentique, comme le prouvent des documents nouveaux cités par l'auteur. Seule de tous les étalons qui en ont été déduits, elle porte à sa surface deux points dont la distance à 13° Réaumur est la longueur dont une fraction déterminée est le mètre légal. **Halphen** est élu membre de l'Académie. **A. Müntz** vient de prouver que le second élément du sucre de lait, la galactose (identique à l'arabinose trouvée dans les gommes), se rencontre aussi dans le règne végétal, aussi bien que le premier, le glucose.

N° 12. **Faye** : L'ensemble des observations du pendule sur les deux hémisphères, l'ensemble des travaux géodésiques contemporains et enfin l'étude d'une des inégalités lunaires conduisent, par des calculs indépendants, à une valeur de l'aplatissement terrestre sensiblement la même, savoir, un *deux-cent-quatre-vingt-douzième*. On en conclut que la surface idéale de la Terre est, à peu près, un ellipsoïde de révolution. Les observations du pendule sur les océans et près des grands massifs montagneux, comme l'Himalaya, prouvent qu'il est inutile de tenir compte de la densité moindre de l'eau des mers, ou de la masse supplémentaire de ces montagnes. Il doit donc y avoir des couches compensatrices d'une densité plus grande sous les mers, d'une densité moindre sous les massifs montagneux. Cela s'explique : sous les mers, le refroidissement du globe marche bien plus rapidement que sous les terres : la croûte terrestre présente donc une épaisseur plus grande sous les océans qu'ailleurs. Le poids prépondérant de cette croûte sur la masse fluide de l'intérieur a sans doute été un facteur dans le soulèvement des montagnes. **Tommasi** croit avoir obtenu, par la seule action de l'effluve électrique (décharge obscure), les effets que l'on réalise par l'emploi de la lumière, en photographie. **A. Müntz** : Les corps muqueux des plantes (gommes, mucilages, corps pectiques) contiennent dans les produits de leur dédoublement, du galactose identique avec celui du sucre de lait ; ces corps muqueux existent dans les aliments végétaux en quantités telles qu'ils peuvent fournir le galactose du sucre de lait sécrété par les glandes mammaires des femelles des

herbivores. **Laffont** a observé des cas de mort apparente chez les animaux anesthésiés à la suite d'excitations du nerf vague. Le froid vif produit une excitation réflexe du nerf vague inhibitoire : toutes les fonctions s'arrêtent peu à peu sous l'influence de l'arrêt progressif de la respiration et de la circulation. Cette remarque donne peut-être la clef du mécanisme de l'hibernation.

N° 13. **Vulpian** est nommé secrétaire perpétuel en remplacement de Jamin, par 26 voix contre 25 données à A. Milne Edwards. **L. Henry** vient de constater deux cas d'isomérie remarquables. 1° Le cyanoformiate d'éthyle ($NC - CO - O - CH_2 - CH_3$) et l'acétoxyacétonitrile ($NC - CH_2 - O - CO - CH_3$). Le premier est un dérivé oxalique, le second est un dérivé doublement acétique. Les propriétés de ces deux corps diffèrent considérablement ; ainsi en particulier, le premier bout à 115 degrés, le second à 175. 2° Le cyanoacétate d'éthyle ($NC - CH_2 - CO - O - CH_2 - CH_3$) et l'acétoxypropionitrile ($NC - CH_2 - CH_2 - O - CO - CH_3$) qui ne diffèrent des précédents que par l'introduction du groupe CH_2 près du groupe nitrile NC. Les propriétés chimiques de ces deux isomères sont encore extrêmement différentes, mais leur point d'ébullition est à peu près à 205 degrés. Il résulte de ces faits comme d'autres allégués antérieurement par l'auteur que le voisinage de l'azote et de l'oxygène étroitement unis par l'intermédiaire du carbone abaisse notablement le point d'ébullition ; quand on les sépare par un chaînon CH_2, comme cela a eu lieu dans le passage du premier corps étudié au troisième, il y a une élévation considérable du point d'ébullution, 90 degrés dans le cas actuel. Quand ils sont déjà séparés par un CH_2 (second corps étudié , l'introduction d'un nouveau CH_2 (quatrième corps) élève beaucoup moins le point d'ébullition (30 degrés pour ce quatrième corps). **Ch. Cornevin** : Sur dix espèces de *Cytisus* étudiées, six sont extrêmement vénéneuses : *C. Laburnum*, *C. alpinus*, *C. purpureus*, *C. Weldeni*, *C. biflorus* et *C. elongatus* ; deux sont dépourvues de propriétés nuisibles, *C. sessifolius* et *C. capitatus* ; deux en possèdent à une faible degré, *C. nigricans* et *C. supinus* Le principe toxique est partout, surtout dans l'écorce, les fleurs, les graines, les feuilles de mai et la jeune gousse. **Boudet de Pâris** a fait connaître publiquement dès le trois mars les effets photographiques de l'effluve électrique signalés plus tard par M. Tommasi.

P. M.

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen aus den Sitzungsberichten der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin, 1885, F. Dümmler. Un volume gr. in-8° de 734 pages et VIII planches. Prix : 8 marks.

Voici, avec quelques notes, la liste des mémoires contenus dans ce volume, le quatrième de la collection publiée sous ce titre.

1. **L. Fuchs.** Sur le caractère des intégrales des équations différentielles entre variables complexes. Indication d'un criterium pour reconnaître, dans certains cas, si une équation différentielle du premier ou du second ordre détermine analytiquement la variable dépendante comme fonction de la variable indépendante ou non.

2. **J. Wilsing.** Application du pendule à la détermination de la densité moyenne de la Terre.

3. **R. Virchow.** Sur la proportion relative des individus du type blond et du type brun dans l'Europe centrale. Les recherches statistiques relatives à cette intéressante question ont été faites dans les écoles de l'Allemagne (6 758 827 enfants), de la Belgique (608 698), de la Suisse (405 609) et de l'Autriche (2 304 501). Le type blond pur est celui qui est caractérisé par des cheveux blonds, des yeux bleus et une peau blanche ; le brun pur par des cheveux bruns ou noirs, des yeux bruns et une peau foncée; on a ensuite établi des types intermédiaires. Malheureusement, en Belgique, on a pris pour le type blond simplement celui qui est caractérisé par des yeux clairs (bleus ou gris) : les résultats n'ont donc pas été comparables pour le type blond pur, à ceux des autres pays. Vingt-huit pour cent des enfants examinés en Allemagne, en Autriche et en Suisse appartiennent au type blond ; dix-sept et demi pour cent des enfants de ces pays, avec la Belgique en plus, appartiennent au type brun ; le restant, plus de la moitié par conséquent, appartient à des types mixtes. Voici le détail des résultats obtenus dans les divers pays pour les types purs :

	Blonds	Bruns
Allemagne	31.80 pour cent	14.05 pour cent
Autriche	19.79 —	23.17 —
Suisse	11.10 —	25.70 —
Belgique	inconnu	27.50 —

L'Allemagne est encore le pays où domine le plus le type blond. Dans l'Allemagne du Nord il y a de 43.35 pour cent de blonds à 33,5 ; dans l'Allemagne centrale de 32,5 à 25,29 ; dans l'Allemagne méridionale

de 24.46 à 18.44 (en Alsace-Lorraine). Pour les types bruns, la proportion est inverse, 7 à 12 dans l'Allemagne du Nord, 13 à 18 dans l'Allemagne centrale, 19 à 25 dans l'Allemagne méridionale. Le nombre des blonds est d'ailleurs à peu près le même dans le Schleswig-Holstein, le Brunswick et le Hanovre, pays où la race germanique a toujours dominé, qu'en Mecklembourg et en Poméranie, qui ont été longtemps occupés par des Slaves, peuples chez lesquels le type brun est beaucoup plus fréquent. Cela ne s'explique que par une recolonisation germanique ultérieure. En tout cas, il résulte de cette statistique que le vrai type germain se trouve, non dans l'Allemagne du Sud, comme on l'a prétendu en France, mais dans celle du Nord. L'existence du type brun ne peut s'expliquer par l'influence du climat ; car, sous une même latitude (Belgique et Allemagne, par exemple), la proportion des bruns est trop différente. En réalité, les Wallons, les Grisons, les Slovènes, les Tchèques sont de race brune, et cela explique partiellement les faits résumés dans la statistique donnée plus haut. Les populations préhistoriques ont peut-être eu aussi une certaine influence sur la plus ou moins grande prédominance du type brun dans telle ou telle région.

4. **V. Hausmaninger.** Sur la théorie du choc longitudinal des corps cylindriques. Examen d'une théorie de Voigt, intermédiaire entre celle de Newton et celle de Saint-Venant.

5. **M. Wedsky.** Sur les minerais de plomb de la province de Cordoba dans la république Argentine, contenant l'acide vanadique.

6. **C. Rammelsberg.** Sur les oxydes du manganèse et de l'uranium. Le dyoxide UO_2 se comporte souvent comme Mn. Ainsi Mn O et $UO_2.O$, $Mn_2O_3 = MnO + MnO_2$ et $U_2O_5 = UO_2.O + UO_2$, $Mn_3O_4 = 2\,MnO + MnO_2$ et $U_3O_8 = 2UO_2.O + UO_2$ ont des propriétés correspondantes.

7. **J. Koganeï.** Recherches sur la structure de l'iris. Existence d'un *Musculus dilatator iridis* chez une partie des vertébrés.

8. **M. Mendelsohn.** Recherches sur les mouvements réflexes.

9. **E. Schering** et **L. Kronecker.** Sur la troisième démonstration de Gauss de la loi de réciprocité des résidus quadratiques.

10. **G. Fritsch.** Sur l'organisation du *Gymnarchus niloticus*. Ce poisson singulier n'est probablement pas électrique, car les organes de nature problématique qu'il possède sont, au point de vue histologique, inférieurs à ceux du genre *Raja*.

11. **Werner Siemens.** Sur l'action électromotrice du sélénium soumis à l'action de la lumière, découverte par M. Fritts de New-York.

12. **F.-E. Schulze.** Sur la relation des Éponges avec les *Choanoflagellata* de Saville Kent.

13. **W.-C. Röntgen.** Expériences sur l'action électromagnétique de la polarisation diélectrique.

14. **G. Hellmann.** Sur certaines moyennes régulières dans les changements de température pour des années successives. Conclusion : A Berlin, le plus souvent un hiver très doux est suivi d'un été chaud, un hiver assez doux ou peu froid est suivi d'un été assez froid ; un hiver très froid est suivi d'un été froid. Un été assez chaud est suivi d'un hiver assez doux ; un été très chaud est suivi d'un hiver très froid.

15. **E. du Bois-Reymond.** Rapport sur la fondation Humboldt : 1° Les travaux d'**O. Finsch** sur les crânes océaniens, interrompus par une cause fortuite, ont été partiellement publiés. 2° **E. Arning** continue à étudier la lèpre à Honolulu. 3° **L. Schweinfurth** a continué ses explorations du pays compris entre la mer Rouge et le Nil, même pendant la guerre des Anglais contre le Madhi, en vue d'en dresser une carte topographique, une carte géologique et d'en faire connaître les minéraux et les fossiles. Ce pays a une étendue égale à celle de l'Italie.

16. **H. Landolt.** Sur la durée de la réaction entre l'acide iodique et l'acide sulfureux.

17. **F. Braun.** Sur la thermoélectricité des métaux fondus. La production de la thermoélectricité implique un changement dans le groupement moléculaire du corps et même dans son groupement atomique. C'est pourquoi les actions mécaniques qui produisent la thermoélectricité (par exemple, pour l'acier, les changements de dureté) changent parfois aussi sa nature chimique.

18. **S. Schwendener.** Observations sur les vaisseaux laticifères.

19. **P. Albrecht.** Sur la fissure congénitale du manubrium du sternum des singes hurleurs, formée au cours du développement phylogénétique. L'auteur, après avoir décrit le manubrium du sternum des singes américains du genre *Mycetes*, et en avoir déterminé la valeur morphologique, s'efforce de démontrer l'importance de la conformation de cet organe pour la théorie de l'évolution, au double point de vue de l'hérédité et de l'adaptation.

20. **Fr. Rüdorff.** Sur la solubilité des mélanges de plusieurs sels.

21. **W. Müller-Erzbach.** La dissociation des sels hydratés. Conséquences sur la constitution des particules salines.

22 et 51. **L. Kronecker.** Les résidus des grandeurs, les plus petits en valeur absolue.

23. **O. Hölder.** Sur une nouvelle condition suffisante pour qu'une

fonction puisse être représentée par la série de Fourier. Supposons que la courbe qui représente la fonction soit divisée par des ordonnées en nombre indéfiniment croissant, en trapézoïdes, et le polygone inscrit formé en joignant les extrémités de ces ordonnées en trapèzes correspondants. La différence entre un trapézoïde et un trapèze correspondant sera composée d'un nombre fini ou infini de petites aires curvilignes, les unes positives, les autres négatives. Si l'on prend positivement toutes ces petites aires, on obtiendra une aire totale que l'on peut appeler la différence absolue du trapézoïde et du trapèze ; divisée par la distance des deux ordonnées, bases du trapèze, elle donnera la hauteur absolue de la différence. Si la somme de ces hauteurs absolues, dans un intervalle donné, converge vers zéro quand le nombre des ordonnées croît indéfiniment. la fonction, moyennant quelques autres hypothèses, pourra, dans l'intervalle donné, être représentée par une série de Fourier.

24. **Fr. Nötling.** Sur les crustacés tertiaires de l'Égypte.

25. **Is. Steiner.** Théorie des mouvements provoqués chez la grenouille par des lésions des centres nerveux. L'auteur produit à volonté tous les mouvements de ce genre. Il annonce la prochaine publication d'un grand ouvrage intitulé : Recherches sur la physiologie de la grenouille, où il espère établir que ces divers mouvements peuvent s'expliquer mécaniquement, les lésions du cerveau produisant un affaiblissement de tels ou tels groupes de muscles.

26. **C. Chun.** Sur le développement cyclique des Siphonophores (suite du n° 62 de l'année 1882).

27. **J. Roth.** Sur les roches recueillies au Chili par P. Güssfeldt.

28. **H. Burmeister.** Rectification relative au genre *Cœlodon*. Les exemplaires décrits antérieurement étaient des restes fossiles de jeunes individus ce qui a entraîné diverses erreurs, que l'auteur a pu rectifier, grâce à la découverte de mâchoires inférieures d'individus plus âgés.

29. **C. Rammelsberg.** Sur le groupe de la scapolite.

30. Réception de **F. E. Schulze.** Discours de **Schulze** et **E. du Bois-Reymond** sur les prédécesseurs du premier : Lichtenstein, Ehrenberg, J. Müller, W. Peters. Éloge du darwinisme.

31 et 37. **K. Weierstrass.** Sur la représentation analytique des fonctions arbitraires d'une variable réelle. Discussion critique relative aux séries et aux intégrales de Fourier.

32. **L. Kronecker.** Sur l'intégrale de Dirichlet. Étude sur les principes fondamentaux de la même théorie.

33. **E. du Bois-Reymond.** Torpilles vivantes à Berlin (suite du n° 8 de 1884).

34. **F. Himstedt.** Une déterminatien de l'ohm.

35. **L. Kronecker.** Sur la théorie des fonctions elliptiques (suite des n°s 21 et 24 de 1883).

36. **L. Kronecker.** Sur le théorème de Cauchy. L'auteur démontre le théorème de Cauchy sur les intégrales des fonctions d'une variable imaginaire prises le long d'un contour fermé, en décomposant l'aire d'intégration en triangles rectangles ayant leurs côtés parallèles aux axes de coordonnées. Les conditions d'existence du théorème sont plus nombreuses que dans la plupart des traités, probablement parce que, dans ceux-ci, on admet sans preuve suffisante le théorème sur l'inversion des intégrales doubles.

38. **F. Noetling.** Rapport préliminaire sur la constitution géognostique du pays à l'est du Jourdain.

39. **H. F. Weber.** Sur la conductibilité calorifique des liquides.

40. **W. Wien.** De l'influence des particules pondérables sur la lumière diffractée.

41. **A. W. Hofmann.** Sur l'acide sulfocyanurique.

42. **A. W. Hofmann.** Sur l'amine du pentaméthylbenzol.

43. **L. Kronecker.** Sur une formule utile dans l'intégration par parties. Ce mémoire, qui débute par une formule élémentaire relative à l'intégration par parties, contient plusieurs sujets anciens ou nouveaux, traités sous un même point de vue: la différentiation des séries de Fourier, la formule sommatoire d'Euler et Maclaurin (complétée par le reste de Poisson, dont celui de Jacobi ne diffère pas essentiellement), le second principe de la moyenne, une nouvelle formule sommatoire, etc.

44. **G. Berendt.** Les terrains tertiaires dans la Marche de Brandebourg.

45. **S. Schwendener.** Sur le mode d'accroissement terminal des plantes et sur la disposition des feuilles. L'auteur maintient ses vues antérieures (voir 1883, n° 33) et soutient en particulier l'existence de plusieurs cellules terminales dans un grand nombre de cas.

46. **A. W. Hofmann.** Sur l'action de l'ammoniaque et des amines sur le sulfocyanurate de méthyle et le chlorure cyanurique. Mélamines normales alkylées.

47. **A. W. Hofmann.** Sur les isomélamines alkylées dérivées des cyanamides alkylées et sur la constitution de la mélamine et de l'acide cyanurique.

48. **G. Kirchhoff.** Sur la distribution de l'électricité sur deux sphères conductrices. Détermination analytique des quantités d'électricité situées sur deux sphères de potentiel donné, et de l'attraction ou de la répulsion qu'elles exercent l'une sur l'autre.

49. **R. v. Lendenfeld.** Contributions à la connaissance du système nerveux et du système musculaire des éponges cornées.

50. **H. F. Wiebe.** De l'influence de la composition du verre sur le déplacement du zéro dans le thermomètre (Suite du mémoire 36 de 1883). Conclusion : Le verre d'Iéna est le meilleur pour la construction des thermomètres.

52. **H. v. Jhering.** Sur la propagation des tatous. Les jeunes d'une même portée sont tous mâles, ou tous femelles.

53. **A. Kundt.** Sur la rotation électromagnétique du plan de polarisation de la lumière dans le fer (suite du n° 35 de 1884). La grandeur de la rotation dépend de l'intensité du magnétisme en action. Toutes les substances chimiquement simples soumises à l'expérience donnent naissance à une rotation électromagnétique positive, qu'elles soient fortement magnétiques ou fortement diamagnétiques ; on n'observe de rotation négative qu'avec les corps composés au point de vue chimique.

54. **Weierstrass.** Sur le mémoire de Lindemann relatif au rapport de la circonférence au diamètre. L'auteur, sans supposer connu d'une manière complète le mémoire de Hermite sur la fonction exponentielle, démontre le beau théorème de Lindemann sur l'impossibilité de la quadrature du cercle et d'autres théorèmes analogues. Voici le dernier théorème établi dans le mémoire : Si la corde d'un arc de cercle est une fonction algébrique du rayon, on ne peut déterminer la longueur de cet arc ni l'aire du secteur correspondant par une construction où l'on n'emploie que des lignes et des surfaces algébriques.

55. **R. Schneider.** Le *Gammarus puler* v. *subterraneus* de Clausthal.

56. **L. Weber.** Sur un appareil différentiel d'induction destiné à mesurer l'inclinaison magnétique.

57. **M. Westermaier.** Sur la signification physiologique du tannin dans les plantes.

58. **R. Virchow.** Sur les os modifiés pathologiquement des anciens Péruviens (1). P. M.

(1) Plusieurs naturalistes, parmi lesquels nous citerons spécialement nos confrères M. l'abbé Renard et M. L. Dollo, ont bien voulu nous aider de leurs conseils et même de leur collaboration pour plusieurs des articles ou notices publiés ici. Nous leur en adressons nos bien vifs remerciements.

TABLE DES MATIÈRES

DU

DIX-NEUVIÈME VOLUME

LIVRAISON DU 20 JANVIER 1886.

Les excavations naturelles du Colorado, par **M. C. de la Vallée Poussin** 5

La géographie de l'Exode et les découvertes modernes en Égypte, par **M. Louis Delgeur** 39

Les populations danubiennes (suite), par le **R. P. J. Van den Gheyn**, S. J. 70

Les secrétaires perpétuels de l'Académie des sciences, par **M. Aimé Witz** 113

René de Sluse, par **M. Ph. Gilbert** 141

Une accusation d'hérésie, par le **R. P. I. Carbonnelle**, S. J. . 168

Correspondance. Observations du Dr Lemoine et de M. L. Dollo. 189

Bibliographie. — I. Apologie scientifique de la foi chrétienne, par le chanoine Duilhé de Saint-Projet. **J. d'E.** 193

II. Sur l'origine du monde, par H. Faye, seconde édition. **J. d'E.** 203

III. Encyclopédie des travaux publics, fondée par M. Lechalas. Routes, par M. Léon Durand-Claye ; chemins vicinaux, par M. Léopold Marx. **M. Maurice d'Ocagne** 214

IV. Traité d'analyse, par H. Laurent. **M. Maurice d'Ocagne** 233

V. Lehrbuch der technischen Gasanalyse, von Dr Clemens Winkler. — Quantitative chemische Analyse durch Electrolyse, von Dr Alexander Classen. **M. J.-B. André.** . . . 238

VI. Catalogue de la section des colonies néerlandaises à l'Exposition d'Amsterdam. **M. A. M. Oomen** 242

VII. Ueber den Zusammenhang zwischen den grossen Agentien der Natur, von R. Clausius. **M. P. Mansion.** 259

VIII. OEuvres complètes d'Augustin Cauchy. **Ph. G.** . . . 262

Revue des recueils périodiques.

Astronomie, par le **R. P. J. Thirion**, S. J. 266

Mines, par **V. L.** 284

Sciences industrielles, par **M. J. B. André** 291

Hygiène, par le **Dr Dumont.** 304

Vertébrés, par **M. L. Dollo** 311

Ethnographie et linguistique, par **J. G.** 325

Notes. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** 343

LIVRAISON DU 20 AVRIL 1886.

L'ÉPOQUE GLACIAIRE, par le **Mis de Nadaillac** 353
LA SCIENCE ET LA CRISE AGRICOLE EN BELGIQUE, par **M. A. Proost.** 389
LES POPULATIONS DANUBIENNES (suite), par le **R. P. J. Van den Gheyn**, S. J. 436
LA VIE AU SEIN DES MERS ET LES POISSONS ABYSSAUX, par **M. L. Dollo** 476
LA CELLULE VIVANTE ET LA DIVISION CELLULAIRE, par le **R. P. G. Hahn**, S. J. 514
RAISON ET FOI, par **C. M.** 543
BIBLIOGRAPHIE.—I. Traité théorique et pratique des moteurs à gaz, par Aimé Witz. **J. D.** 565
II. Essais de mythologie et de philologie comparée, par J. Van den Gheyn, S. J. **F. V. O.** 574
III. Accord de la science avec le premier chapitre de la Genèse, par M. Lavaud de Lestrade. **J. d'E.** 577
IV. Transformisme et darwinisme, par M. Lavaud de Lestrade. **J. d'E.** 579
V. Cours d'algèbre supérieure, par J. A. Serret. **M. Maurice d'Ocagne** 586
VI. Chimie appliquée à l'art de l'ingénieur, par M. Léon Durand-Claye. **M. Maurice d'Ocagne.** 597
VII. Annuaire pour l'an 1886, publié par le Bureau des longitudes. **J. d'E.** 600
VIII. Zoologie générale, par H. Beauregard. **J. d'E.** 606
IX. L'évolution du règne végétal : Les Phanérogames, par G. de Saporta et A.-F. Marion. **J. d'E.** 608
REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.
MINÉRALOGIE, par **M. A. de Lapparent.** 615
MÉTÉOROLOGIE, par le **R. P. Thirion**, S. J. 617
GÉOGRAPHIE, par **L. D.** 636
SCIENCES INDUSTRIELLES, par **M. J.-B. André.** 643
INVERTÉBRÉS, par **M. A. Buisseret.** 655
MINES, par **V. L.** 669
LE CONGRÈS INTERNATIONAL DES SAVANTS CATHOLIQUES. . . . 676
NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . 683
Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1885. **P. M.** 689

431. — Bruxelles. Imprimerie Alfred Vromant, rue de la Chapelle, 3.

T. P. I. 0K

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

Tome XIX

DIXIÈME ANNÉE. — PREMIÈRE LIVRAISON

20 JANVIER 1886

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1886

LIVRAISON DU 20 JANVIER 1886.

I. — LES EXCAVATIONS NATURELLES DU COLORADO, par **M. C. de la Vallée Poussin**, p. 5.

II. — LA GÉOGRAPHIE DE L'EXODE ET LES DÉCOUVERTES MODERNES EN ÉGYPTE, par **M. Louis Delgeur**, p. 39.

III. — LES POPULATIONS DANUBIENNES (suite), par le **R. P. J. Van den Gheyn**, S. J., p. 70.

IV. — LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, par **M. Aimé Witz**, p. 113.

V. — RENÉ DE SLUSE, par **M. Ph. Gilbert**, p. 141.

VI. — UNE ACCUSATION D'HÉRÉSIE, par le **R. P. I. Carbonnelle**, S. J., p. 168.

VII. — CORRESPONDANCE. Observations du Dr Lemoine et de M. L. Dollo, p. 189.

VIII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Apologie scientifique de la foi chrétienne, par le chanoine Duilhé de Saint-Projet. **J. d'E.**, p. 193. — II. Sur l'origine du monde, par H. Faye, seconde édition. **J. d'E.**, p. 203. — III. Encyclopédie des travaux publics, fondée par M. Léchalas. Routes, par M. Léon Durand-Claye ; Chemins vicinaux, par M. Léopold Marx. **M. Maurice d'Ocagne**, p. 214. — IV. Traité d'analyse, par H. Laurent. **M. Maurice d'Ocagne**, p. 233. — V. Lehrbuch der technischen Gasanalyse, von Dr Clemens Winkler. — Quantitative chemische Analyse durch Electrolyse, von Dr Alexander Classen. **M. J. B. André**, p. 238. — VI. Catalogue de la section des Colonies néerlandaises à l'exposition d'Amsterdam. **M. A. M. Oomen**, p. 242. — VII. Ueber den Zusammenhang zwischen den Grossen Agenten der Natur, von R. Clausius. **M. P. Mansion**, p. 259. — VIII. Œuvres complètes d'Augustin Cauchy. **Ph. G.**, p. 262.

IX. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Astronomie, par le **R. P. J. Thirion**, S. J., p. 266. — Mines, par **V. L.**, p. 284. — Sciences industrielles, par **J. B. André**, p. 291. — Hygiène, par le **Dr A. Dumont**, p. 304. — Vertébrés, par **M. L. Dollo**, p. 311. — Ethnographie et Linguistique, par **J. G.**, p. 325.

X. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, **P. M.**, p. 343.

AVIS

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétaire de la Société scientifique (14, rue des Ursulines, Bruxelles), pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les huit premières années sont publiées. Chaque année se vend sépa-
nent, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société
entifique, 14, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé
r cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer
prix de 15 francs.

La neuvième année est sous presse et paraîtra incessamment.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les tr mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pag environ ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs par an, pour to les pays de l'Union postale. Les membres de la Socié scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 po cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est por à 25 francs.

On s'abonne, à Bruxelles, au Secrétariat de la Sociét 14, rue des Ursulines.

N° 261 — Bruxelles, Alfred VROMANT, rue de la Chapelle, 3.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

DIXIÈME ANNÉE. — DEUXIÈME LIVRAISON

20 AVRIL 1886

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1886

LIVRAISON DU 20 AVRIL 1886.

I. — L'EPOQUE GLACIAIRE, par le **Mis de Nadaillac**, p. 353.

II. — LA SCIENCE ET LA CRISE AGRICOLE EN BELGIQUE, par **M. A. Proost**, p. 389.

III. — LES POPULATIONS DANUBIENNES (suite), par le **R. P. J. Van den Gheyn**, S. J., p. 436.

IV. — LA VIE AU SEIN DES MERS ET LES POISSONS ABYSSAUX, par **M. L. Dollo**, p. 476.

V. — LA CELLULE VIVANTE ET LA DIVISION CELLULAIRE, par le **R. P. G. Hahn**, S. J., p. 514.

VI. — RAISON ET FOI, par **C. M.** p. 543.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I Traité théorique et pratique des moteurs à gaz, par Aimé Witz. **J. D.**, p. 565. — II. Essais de mythologie et de philologie comparée, par J. Van den Gheyn, S. J. **F. V. O.**, p. 574. — III. Accord de la science avec le premier chapitre de la Genèse, par M. Lavaud de Lestrade. **J. d'E.**, p. 577. — IV. Transformisme et darwinisme, par M. Lavaud de Lestrade. **J. d'E.**, p. 579. — V. Cours d'algèbre supérieure, par J. A. Serret. **M. Maurice d'Ocagne**, p. 586. — VI. Chimie appliquée à l'art de l'ingénieur, par M Léon Durand-Claye. **M. Maurice d'Ocagne**, p. 597. — VII. Annuaire pour l'an 1886, publié par le Bureau des longitudes. **J. d'E.**, p. 600. — VIII. Zoologie générale, par H. Beauregard. **J. d'E.**, p. 606. — IX. L'évolution du règne végétal : Les Phanérogames, par G. de Saporta et A.-F. Marion. **J. d'E.**, p. 608.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Minéralogie. par **M. A. de Lapparent**, p. 615. — Météorologie, par le **R. P. Thirion**, S. J., p. 617. — Géographie, par **L. D.**, p 636. — Sciences industrielles, par **M. J.-B. André**, p. 643. — Invertébrés, par **M. A. Buisseret**, p. 655. — Mines, par **V. L.**, p. 669.

IX. — LE CONGRÈS INTERNATIONAL DES SAVANTS CATHOLIQUES, p. 676.

X. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, **P. M.**, p. 683. — Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1885, **P. M.**, p. 689.

AVIS

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétaire de la Société scientifique (14, rue des Ursulines, Bruxelles), pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les neuf premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société scientifique, 14, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs.

On s'abonne, à Bruxelles, au Secrétariat de la Société, 14, rue des Ursulines.

N° 1 — Bruxelles, Alfred VROMANT, rue de la Chapelle, 3.

AMNH LIBRARY
100226219